

**ESTIMACION DE LOS REQUERIMIENTOS HIDRICOS
EN EL CULTIVO DE MARACUYÁ (*Passiflora edulis*)**

Presentado por:
FELIPE ANDRÉS QUIMBAYA LASSO

Director
Ph.D. ARMANDO TORRENTE TRUJILLO

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA AGRICOLA
NEIVA
2011

**ESTIMACION DE LOS REQUERIMIENTOS HIDRICOS
EN EL CULTIVO DE MARACUYÁ (*Passiflora edulis*)**

Requisito como tesis de grado para optar el título de Ingeniero Agrícola

Presentado por:
FELIPE ANDRÉS QUIMBAYA LASSO

Director
Ph.D. ARMANDO TORRENTE TRUJILLO

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA AGRICOLA
NEIVA
2011

Nota de aceptación:

JAIME IZQUIERDO BAUTISTA
ING. AGRICOLA, ING. CIVIL, M. Sc.
JURADO

RODRIGO PACHON BEJARANO
ING. AGRONOMO, M. Sc.
JURADO

ARMANDO TORRENTE TRUJILLO
ING. AGRICOLA, ESPECIALISTA EN RIEGOS
M. Sc, Ph. D. EN MANEJO DE SUELOS Y AGUAS
DIRECTOR

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de grado a Dios que todo lo puede, a mis padres, a mi linda Carolina y mi Mateo por el tiempo esperado. A mi director Armando Torrente por ser mi tutor y gran maestro. A mis amigos del alma por creer en mí y ver con interés y entusiasmo mí progreso personal y profesional.

FELIPE ANDRÉS QUIMBAYA LASSO

AGRADECIMIENTOS

Agradezco de manera especial al director y líder del grupo de Investigación GHIDA, el Doctor Armando Torrente Trujillo, por guiarme en las sendas de la investigación, su acompañamiento constante y por su gran colaboración en el aporte de conocimiento al país, a los profesores Jaime Izquierdo y Rodrigo Pachón por su apoyo a la investigación.

A los integrantes del Centro de Investigación CENIGAA, su Director Ejecutivo Jorge I. Chavarro, a los Ingenieros Agrícolas Helmer A. Guzmán, Oscar E. Figueroa, Gustavo Trujillo y al Grupo de Investigación GHIDA, al igual que el equipo de trabajo del Laboratorio LABGAA Heidy Ortiz por su constante apoyo a la investigación.

A los funcionarios de la Corporación CEPASS HUILA, a la Coordinadora de Proyectos Jennifer Castillo Espitia por su acompañamiento constante, a la Directora Ejecutiva Marisol Parra, al Ingeniero Agrícola Oscar F. Ruiz, a los Ingenieros Agrónomos Rosa Elvira Muñoz y Adalberto Rodríguez y a la a la Sociedad Agraria de Transformación SAT Fruticultores del Occidente del departamento del Huila por su esmerada colaboración para con la Investigación.

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE TABLAS	9
LISTA DE FOTOS	9
LISTA DE GRAFICAS.....	10
1. INTRODUCCIÓN	12
2. ESTADO DEL ARTE	13
2.1 INVESTIGACIÓN BÁSICA Y APLICADA	13
2.2 IMPORTANCIA ECONÓMICA DEL CULTIVO DE MARACUYA.....	13
2.3 DESCRIPCIÓN TAXONÓMICA DEL CULTIVO DE MARACUYA.....	14
2.4 DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA DEL MARACUYÁ.....	14
2.5 REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS.....	16
2.5.1 Suelo.....	16
2.5.2 Viento.....	17
2.5.3 Radiación Solar.....	17
2.5.4 Humedad Relativa.....	17
2.5.5 Precipitación	17
2.6 COEFICIENTE DE CULTIVO (Kc)	17
2.6.1 Evapotranspiración potencial (ETo).....	18
2.6.2 Evapotranspiración del cultivo (ETc)	19
2.6.2.1 Lisímetro	20
3. METODOLOGÍA	21
3.1 SELECCIÓN DEL AREA EXPERIMENTAL.....	22
3.2 CARACTERÍSTICAS DEL SUELO DEL AREA EXPERIMENTAL	22
3.2.1 Características Físicas.....	23
3.2.2 Características Químicas	23
3.3 DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO.....	23
3.4 INSTALACIÓN DE EQUIPOS EN CAMPO	23
3.4.1 Estación meteorológica	23
3.4.2 Tensiómetros	24
3.4.3 Cámara de presión.....	24
3.4.4 Lisímetro	25
3.5 DETERMINACION DEL Kc.....	25
3.5.1 Determinación del ETo.....	26
3.5.2 Determinación del ETc.....	26

3.6	IDENTIFICACIÓN Y PONDERACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	26
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
4.1	ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO	28
4.1.1	Análisis físico del suelo	28
4.1.2	Análisis químico del suelo	28
4.1.3	Retención de humedad del suelo	29
4.1.4	Capacidad de infiltración y conductividad hidráulica del suelo	31
4.1.5	Control de humedad del suelo.....	31
4.2	FUENTE DE ABASTECIMIENTO Y CALIDAD DEL AGUA.	32
4.3	CLIMATOLOGIA.....	33
4.3.1	Balance hídrico mensual histórico	34
4.3.2	Balance hídrico decadal	34
4.4	DISEÑO DEL SISTEMA RIEGO	35
4.4.1	Levantamiento plani-altimétrico	35
4.4.2	Calculo de la Lámina Neta (LN).....	35
4.4.3	Calculo de la Lámina Bruta (Lb)	36
4.4.4	Calculo del uso consumo (Uc) mm/día	36
4.4.5	Frecuencia de riego (FR).....	36
4.4.6	Tiempo por unidad de riego (TRur)	37
4.4.7	Unidades de riego seleccionados en el diseño	38
4.4.7.1	Sector Microaspersión.....	38
4.4.7.2	Sector Goteo	38
4.4.7.3	Sector Surcos.....	39
4.4.7.4	Unidad de filtrado	39
4.4.8	Trazado del sistema de riego	39
4.5	MANEJO AGRONÓMICO EN AREA EXPERIMENTAL	41
4.5.1	Selección del material vegetal	41
4.5.2	Propagación del material vegetal	41
4.5.3	Preparación del lote y siembra	42
4.5.4	Sistema de tutorado	42
4.5.5	Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades (MIPE)	42
4.6	CRECIMIENTO DE LAS RAÍCES DE MARACUYÁ.....	43
4.7	POTENCIAL HÍDRICO EN LAS HOJAS DE MARACUYÁ.....	44
4.8	COEFICIENTE DEL CULTIVO (Kc)	45

4.9	EVALUACIÓN, IDENTIFICACIÓN Y PONDERACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES ...	46
4.10	EVALUACIÓN TECNICA DE RIEGO	47
4.10.1	Surcos.....	47
4.10.2	Goteo	48
4.10.3	Microaspersión.....	48
4.10.4	Comparación sistemas de riego	49
5.	CONCLUSIONES	50
6.	RECOMENDACIONES	52
7.	BIBLIOGRAFIA	53
	ANEXOS.....	54
	Anexo A. Registros áreas experimentales.....	55
	Anexo B. Descripción del perfil de suelo área experimental la plata.....	58
	Anexo C. Propiedades hidrodinámicas del suelo área experimental la plata – conductividad hidráulica.....	63
	Anexo D. Propiedades hidrodinámicas del suelo área experimental la plata –infiltración.....	64
	Anexo E. Balance hídrico.....	65
	Anexo F. Valores mensuales estación: 2105502 escuela agrícola La Plata, 1070 msnm.....	70
	Anexo G. Análisis químico del suelo área experimental la plata.....	72
	Anexo I. Características del Microaspersor Fan-Jet.....	80
	Anexo J. Características del Gotero.....	85
	Anexo K. Desarrollo de la raíz del maracuyá.....	87
	Anexo L. Potencial Hídrico de febrero, marzo y abril.....	88
	Anexo M. Coeficiente del Cultivo (Kc).....	88
	Anexo N. Datos estación Automatizada WeatherHawk, Febrero - Julio 2011, vereda Fátima, Municipio La Plata – Huila.....	89
	Anexo O. Método de la matriz de Leopold	95
	Anexo P. Evaluación de impactos según el método de calificación ambiental de Arboleda.....	97

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Condiciones agroecológicas del cultivo de Maracuyá.....	16
Tabla 2. Características físicas de los horizontes del suelo.....	28
Tabla 3. Características químicas del suelo.....	29
Tabla 4. Retención de humedad del suelo a diversas tensiones.....	30
Tabla 5. Clasificación de la infiltración básica (I _b) y la conductividad hidráulica (k) del suelo.....	31
Tabla 6. Registro de la concesión otorgada por la CAM.....	33
Tabla 7. Características químicas del agua en Quebrada Barbillas.....	33
Tabla 8. Climatología promedio del área en el periodo 1990-2010.....	34
Tabla 9. Tiempo de riego en Surcos.....	38
Tabla 10. Actividades en siembra del material vegetal en el municipio de la Plata.....	42
Tabla 11. Actividades desarrolladas en el manejo integrado de plagas y enfermedades en el Maracuyá.....	43
Tabla 12. Valores de evapotranspiración y requerimientos hídricos (RH) durante el periodo de estudio.....	46

LISTA DE FOTOS

Foto 1. Área Experimental en La Plata - Huila.....	22
Foto 2. Selección instalación encierro.....	24
Foto 3. Construcción de base para estación.....	24
Foto 4. Estación instalada.....	24
Foto 5. Tensiómetro Irrometer de 15 cm.....	24
Foto 6. Calibración de Tensiómetro.....	24
Foto 7. Instalación de batería de Tensiómetros.....	24
Foto 8. Pecíolo de la hoja de Maracuyá.....	25
Foto 9. Hoja y pecíolo en la tapa de la cámara.....	25
Foto 10. Prueba registrada en la hoja de Maracuyá.....	25
Foto 11. Lisímetro.....	25
Foto 12. Lisímetro en proceso de instalación en campo.....	25
Foto 13. Microaspersor.....	38
Foto 14. Emisor de flujo turbulento Irriplast E.U 4 LPH.....	39
Foto 15. Unidad de filtrado.....	39
Foto 16. Replanteo de líneas de riego en la Plata.....	41
Foto 17. Replanteo línea principal en la Plata.....	41
Foto 18. Excavación de múltiples y laterales.....	41
Foto 19. Excavación de líneas de riego.....	41
Foto 20. Material vegetal de Maracuyá con 15 días en vivero.....	42
Foto 21. Raíz del maracuyá de 5 meses.....	43
Foto 22. Raíz del maracuyá de 12 meses.....	43

LISTA DE GRAFICAS

Gráfica 1. Esquema general del Coeficiente de cultivo (K_c).....	18
Gráfica 2. Balance de agua en el suelo.....	20
Gráfica 3. Localización en el municipio de La Plata, departamento del Huila.	21
Gráfica 4. Curvas de retención de humedad del suelo.....	30
Gráfica 5. Infiltración acumulada y tasa de infiltración.....	31
Gráfica 6. Registros de humedad en el suelo.....	32
Gráfica 7. Perfil del cauce Quebrada Barbillas, Vereda Fátima, Municipio La Plata	33
Gráfica 8. Balance Hídrico Mensual Municipio de La Plata.....	34
Gráfica 9. Balance Hídrico diario Área Experimental.....	35
Gráfica 10. Curva Microaspersor Fan Jet Caudal Vs Presión.....	38
Gráfica 11. Curva gotero Irriplast E.U Caudal Vs Presión	39
Gráfica 12. Curva filtro discos Caudal Vs Presión.....	39
Gráfica 13. Distribución del sistema de riego, Vereda Fátima – municipio de la Plata. Sin escala.....	40
Gráfica 14. Perfil hidráulico de la conducción de la quebrada Barbillas al filtro de discos.....	40
Gráfica 15. Crecimiento efectivo radicular del Maracuyá.....	44
Gráfica 16. Cambio del potencial hídrico en tres meses de seguimiento.....	44
Gráfica 17. Curva del K_c para el cultivo de maracuyá.....	45
Gráfica 18. Caudal practico con caudal teórico en curva goteo.....	48
Gráfica 19. Caudal practico con caudal teórico en curva microaspersión.....	49

RESUMEN

Se seleccionó un área experimental de 0.25 ha en el municipio de la Plata, adscrita a la Sociedad Agraria de Transformación SAT Fruticultores del Occidente del departamento del Huila, con el propósito de estimar los requerimientos hídricos en el cultivo de Maracuyá. La metodología incluye levantamiento topográfico del área, adecuación del terreno para el riego por goteo, microaspersión y surcos, la caracterización físico - química del suelo, la instalación de una estación meteorológica automatizada, lisímetro y tensiómetros a 15 y 30 cm de profundidad del suelo. Se realizaron lecturas diarias de los elementos del clima, la humedad y su tensión en el suelo, los balances de agua en el lisímetro y el potencial hídrico de las hojas de maracuyá. Se interpretaron las gráficas de potencial hídrico de la atmósfera, planta y el suelo y finalmente se evaluaron los balances hídricos para la estimación de la evapotranspiración real y el coeficiente empírico de cultivo.

Palabras claves: Cultivo de maracuyá, evapotranspiración real, coeficiente empírico Kc.

SUMMARY

An experimental with 0.25 Ha was selected at La Plata city council, belonging to the Sociedad Agraria de Transformación SAT Fruticultores del Occidente del departamento del Huila SAT, in order to estimate the water requirements in the Passion Fruit crop. The methodology includes surveying and land suitability to supplydrip irrigation, Foggers and furrows, physical-chemistry soil characterization, installation of an automated weather station, lysimeter and tensiometers at 15 and 30 cmsoil depth. Daily sampling weather elements, humidity and voltage on the ground, the balance of water in the lysimeter and water potential of passion fruit leaves. Graphsof atmosphere water potential were interpreted, ground and soil and then water balances were evaluated for the estimation of actual evapotranspiration and crop empirical coefficient.

Keys: Passion Fruit crop, actual evapotranspiration, Kc empirical coefficient.

1. INTRODUCCIÓN

El Grupo de Investigación Hidroingeniería y Desarrollo Agropecuario – GHIDA de la Universidad Surcolombiana en convenio con la Corporación Centro de Investigación para Gestión Tecnológica de Passiflora del Departamento del Huila - CEPASS HUILA, formula la presente investigación debido a la problemática relacionada con el manejo del cultivo de Pasifloras en el departamento del Huila, que afecta los recursos agua-suelo y tendiente a conocer las demandas hídricas del cultivo. Para tal fin se establece una alianza entre Cepass - Huila, Colciencias, Secretaria de Agricultura y Minería del Huila, Universidad Surcolombiana y la Sociedad Agraria de Transformación - SAT Fruticultores del Occidente del Huila.

La investigación tiene como propósito estimar el uso eficiente del agua y evaluar los requerimientos hídricos del cultivo de Maracuyá en el municipio de La Plata, departamento del Huila. Asociado a estos propósitos se determinan algunos parámetros de diseño de riego y se dan pautas para el manejo eficiente del agua en la plantación de maracuyá.

Para el cumplimiento de los logros se establece la metodología a través del seguimiento de humedad en el área de cultivo, utilizando tensiómetros y lisímetros con verificaciones constantes de la humedad gravimétrica del suelo, lo mismo que el balance hídrico diario, incorporando para ello las variables climáticas (precipitación y evaporación y el potencial hídrico en la planta).

Los resultados obtenidos se consideran válidos para el periodo evaluado, el cual incluyó un periodo meteorológico de fenómeno Niña caracterizado por abundantes y continuas lluvias en la región. La presente investigación continúa con otras fases en búsqueda de obtener la información suficiente que permita validar con un alto nivel de confianza el coeficiente empírico del cultivo K_c en Maracuyá y en consecuencia la evapotranspiración potencial y real.

2. ESTADO DEL ARTE

2.1 INVESTIGACIÓN BÁSICA Y APLICADA

Los países Latinoamericanos tienen un gran potencial de expandir sus áreas regadas. Se considera al riego como una práctica importante para fortalecer las economías locales y regionales, así como para mejorar la seguridad alimentaria (de Oliveira *et al.*, 2009). En el siglo veinte, las áreas regadas a escala mundial experimentaron una gran expansión de más de 500%, con un incremento de 40 a 270 millones de hectáreas de tierras regadas. Tales cifras reflejan la capacidad de la población humana, para producir sus alimentos lo suficientemente rápido como para satisfacer su propio crecimiento poblacional. Sin embargo esa capacidad extraordinaria, por el contrario, tiene su costo, representado en una crisis de agua, caracterizada por la escasez y competencia por el recurso hídrico (Molden, 2003). Tres enfoques básicos (oferta, conservación, productividad por unidad) fueron expuestos por Molden (2003), para aumentar la producción de los alimentos. La “oferta” sugiere el desarrollo de más infraestructura y más áreas bajo irrigación y secano, para suplir más agua para más agricultura. La “conservación” establece la importancia de reducir el desperdicio y pérdida de agua por la actividad agrícola, y la “productividad por unidad” exige un aumento en la productividad del agua por cada gota consumida por la agricultura.

En Suramérica, estadísticas recientes de la FAO (Hoffman y Evans, 2007), indican que la superficie total irrigada es de alrededor 10,5 millones de hectáreas, que corresponden a sólo el 9% del total de la superficie irrigada en el mundo. En Colombia, el volumen de agua utilizado en el sector agrícola en 2008, alcanzó un orden cercano a los 20 millones de metros cúbicos, de los cuales el 56% pertenecieron al consumo efectivo, en tanto que el 44% correspondió al volumen de agua extraída no consumida por los cultivos, mientras que el uso del agua en labores y actividades poscosecha, estuvo representado por un 0,2%. Los pastos manejados y los cultivos transitorios son los de mayor demanda por uso de agua en el sector agrícola, con un porcentaje alto de agua extraída no consumida con respecto a la demanda hídrica anual con 14% y 21% respectivamente (IDEAM, 2010).

De acuerdo al Estudio Nacional del Agua, realizado por el IDEAM en el 2010, las necesidades de riego se definen como la cantidad de agua y al momento de su aplicación a fin de compensar el déficit de humedad de suelo en un periodo vegetativo. Se determinan utilizando la evapotranspiración del cultivo en consideración (ETc) menos el agua aportada por las precipitaciones. Cuando la precipitación efectiva es mayor que las necesidades de riego, la demanda es igual a cero. En caso contrario cuando la precipitación efectiva es menor al uso consuntivo del cultivo, la demanda se define como la diferencia entre la ETc y el agua que se aporta por precipitación.

2.2 IMPORTANCIA ECONÓMICA DEL CULTIVO DE MARACUYA

Uno de los sectores productivos más representativos del país es el sector agropecuario y, dentro de este, el sector agrícola para el 2007 aportó el 4,82% del PIB. Ahora bien, el subsector frutícola que participa dentro del sector agrícola alcanzó para este período el 6,54% del PIB, (DANE, 2007;

Anuario de Frutas y Hortalizas 2003-2007), cifras que destacan la importancia de las frutas dentro de la economía del país, con una tendencia de crecimiento, dado que el mercado internacional aumenta progresivamente el consumo de productos frescos y orgánicos.

El desarrollo del sector frutícola representa para Colombia una importante fuente de crecimiento de la agricultura, de generación de empleo rural y de desarrollo con equidad para las distintas regiones puesto que las frutas pueden asentarse en los diversos pisos térmicos de que dispone el país, a la vez que conforma una producción administrada con criterios de eficiencia y sostenibilidad en escalas que van desde micro, pequeños y medianos productores hasta grandes productores y empresas.

En el marco de la globalización existe una gran posibilidad de exportar frutas tropicales para los mercados norteamericanos, europeos y asiáticos. Las passifloras presentan grandes posibilidades de expandir sus mercados especialmente por las características organolépticas y sabor atractivo al consumidor. Los frutos presentan sabores intensos, diferentes y exóticos de variada acidez, apreciada en los países norteamericanos, europeos y asiáticos que lo demandan con gran interés. De otra parte el país cuenta con muchas regiones aptas para el cultivo de éstas frutas. Esta condición sitúa a Colombia en una posición de privilegio como país productor y exportador de maracuyá en el mundo (Agronet, 2009).

El maracuyá es un producto que hace parte de la Apuesta Exportadora Agropecuaria Nacional, por lo tanto es necesario desarrollar mecanismos que permitan una mayor competitividad para enfrentar la globalización de los mercados y las exigentes normas para exportar productos a países europeos.

El departamento del Huila es el primer productor a nivel nacional de maracuyá, posee zonas con las condiciones edafoclimáticas propias para los cultivos. Así mismo, cuenta con amplio apoyo institucional del sector agrícola de la región, tales como los Centros Provinciales y la Secretaría de Agricultura. Además de contar con el Centro de Investigaciones para la Gestión Tecnológica de las Pasifloras CEPASS HUILA.

2.3 DESCRIPCIÓN TAXONÓMICA DEL CULTIVO DE MARACUYA

El maracuyá pertenece a la familia Passifloraceae, que comprende 12 géneros y cerca de 500 especies de plantas herbáceas y leñosas repartidas en todo el mundo (Gutiérrez, 1984). Etimológicamente, el término pasiflora procede del latín '*passio*', que quiere decir 'Pasión de Jesucristo' y '*flos*', que significa 'flores', de ahí que algunos autores denominen la flor de las pasifloras como la 'la flor de la pasión' (Campos, 1999).

El término de "maracuyá" se origina del vocablo indígena "mara-cuya" que quiere decir alimento (mara) serbio en vaso (cuia) en referencia al recipiente hecho con la cascara del fruto de *Crescentia cujete* (una binoniacea) después de sacar la pulpa.

2.4 DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA DEL MARACUYÁ

El maracuyá es una planta perenne leñosa, vigorosa, de hábitos trepadores y rápido desarrollo, con ramas hasta de 20 m de largo, tallos verdes, glabros, acanalados en la parte superior y zarcillos axilares más largos que las hojas enrolladas en forma de espiral. Las hojas son de color verde

lustroso, posee dos nectarios redondos en la base del foliolo, la lámina foliar es palmeada y generalmente con tres lóbulos.

Las flores se forman individualmente en las axilas de las hojas, son solitarias, fragantes y vigorosas. Están provistas de órganos femeninos y masculinos presentan cinco pétalos y una corona de filamentos radiante de color púrpura en la base y blanca en el ápice, posee cinco estambres y tres estigmas.

El fruto es una baya globosa de forma redondeada u ovoide de color entre rojo intenso a amarillo cuando está maduro. Semillas con una membrana mucilaginosa o arilo carnoso muy aromático, en promedio el fruto pesa de 30 a 45 g y mide de 6 a 7 cm de diámetro y entre 6 y 12 cm de longitud y consta de tres partes: *exocarpio*, *mesocarpio* y *endocarpio* (Cultivo, poscosecha y comercialización de las pasifloráceas en Colombia: Maracuyá, granadilla, gulupa y curaba 2009.)

Sus Hojas son simples alternas, comúnmente trilobuladas o digitadas, con márgenes finamente dentados, miden de 7 a 20 cm de largo brillantes en el haz y pálidas en el envés. Los Zarcillos son redondos y en forma de espiral, alcanzan longitudes de 0,30 - 0,40 m, se originan en las axilas de las hojas junto a las flores, se fijan al tacto con cualquier superficie y son las responsables de que la planta tenga el hábito de crecimiento trepador.

La base del tallo es leñosa y a medida de que se acerca al ápice va perdiendo esa consistencia. Las Raíces son totalmente ramificadas, sin raíz pivotante, superficial, distribuida en un 90% en los primeros 0.15 - 0.45 m de profundidad factor importante con las labores culturales, el 68% del total de las raíces se encuentran a una distancia de 0.60 m del tronco, factor importante en el momento de la fertilización.

Sus Flores son hermafroditas (perfectas), con un androginoforo bien desarrollado. Nacen solitarias en las axilas, sostenidas por tres grandes brácteas verdes que se asemejan a hojas. Las hojas consisten en 3 sépalos de color blanco verdoso, 5 pétalos blancos y una corona formada por un abanico de filamentos que irradian hacia afuera, cuya base es de color púrpura estos filamentos tienen la función de atraer los insectos polinizadores.

Sobre el androginoforo se encuentra el órgano masculino llamado androceo, formado por 5 estambres con anteras grandes, que contienen los granos de polen que son amarillos y muy pesados, lo que dificulta la polinización por el viento, ya que la estructura femenina (gineceo) se ubica arriba de los estambres, además de las anteras maduran antes que los estigmas, a eso se le llama dicogamia protándica, el polen tiene una fertilidad del 70%. El gineceo está formado por un ovario tricarpelar, unilocular y multiovulado, con estigma tripartido por un estilo, la curvatura de este estilo al momento de la antesis da origen a tres tipos de flores: Flor con estilo sin curva (S.C.), flor con estilo parcialmente curvo (P.C.) y flor con estilo totalmente curvo (T.C.). Las condiciones agroecológicas del cultivo de maracuyá se mencionan en la tabla 1.

Tabla 1. Condiciones agroecológicas del cultivo de Maracuyá

Condición		Unidad de medida		Descripción
Altitud		msnm		< 1200
Brillo solar		h/día		> 4
Temperatura		°C		20 - 30
Precipitación		mm		1000 - 2000
Humedad Relativa		%		70
Pendiente terreno		%		< 30
Zona de vida		Bosque espinoso subtropical, Bosque muy seco tropical Bosque seco tropical.		
Nivel de nutrientes del suelo	N	Kg/ha		150
	P ₂ O ₅	Kg/ha		45
	K ₂ O	Kg/ha		160
	pH			5,5 - 6,5
Profundidad		cm		50
Textura		Clase		Franca, franco-arenosa, franco-arcillosa
Distancias de siembra (m x m)		3 x 3	3 x 4	2.5 x 6
Densidad de siembra (plantas /ha)		1111	833	666
Vida útil (años)		2		
Cosecha		Inicia a los 8 meses de la siembra y es continua durante mínimo 14 meses.		

Fuente: Secretaría de Agricultura y Minería del Huila, 2006

El fruto es una baya de forma globosa u ovoide, con un diámetro de 0.04 – 0.08 m y de 0.06 – 0.08 m de largo, la base y el ápice son redondeados, la corteza es de color amarillo, de consistencia dura, lisa y cerosa, de uno 0.03 m de espesor, el pericarpio es grueso, contiene de unos 200-300 semillas, cada una rodeada de un arilo (membrana mucilaginoso) que contienen en jugo.

La Semilla es de color negra o violeta oscura, cada semilla representa un ovario fecundado por un grano de polen, por lo que el número de semillas, el peso del fruto y la producción de jugo están correlacionados con el número de granos de polen depositados sobre el estigma. Estas semillas están constituidas por aceites en un 20 - 25% y un 10% de proteína (García, 2002).

2.5 REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS

2.5.1 Suelo

El maracuyá se adapta a diferentes tipos de suelos siempre que sean profundos, bien drenados y con salinidad moderada. Los suelos muy pesados y poco permeables son muy susceptibles al encharcamiento y como consecuencia no son las más indicados ya que predispone al cultivar al ataque enfermedades del sistema vascular radicular como la fusariosos o la pudrición seca del cuello de la raíz causadas por *Fusarium oxysporum*; por lo anterior, los mejores suelos para este cultivo son los francos, con buena capacidad de retención de humedad y un pH entre 4,5 y 6,5. La textura del suelo influye en el tamaño y peso del fruto (Miranda et al, 2009).

2.5.2 Viento

Grandes velocidades del viento (50 km h⁻¹), pueden causar raspaduras en los frutos y disminución en su peso. En zonas de vientos fuertes y constantes, se dificultan y encarecen el sistema de conducción de las plantas en los soportes o tutores y causan deshidratación del área foliar de la planta. En general, el maracuyá es un cultivo muy sensible a los vientos fuertes y este aspecto se tiene que tener en cuenta al elegir el sistema de tutorado ya que en muchos casos este actúa como barrera viva (Cleves, 1987; Cleves 1989).

2.5.3 Radiación Solar

La calidad del fruto también está relacionada directamente con la exposición lumínica de área foliar de las plantas. Frutos expuestos al sol disminuyen su peso pero tienen mayor porcentaje de jugo, mayor cantidad de ácido ascórbico, corteza más delgada, y mayor concentración de sólidos solubles. Para obtener un buen balance entre el peso y la calidad del fruto, se recomienda sembrar en zonas que tengan como mínimo cinco horas de luz al día.

2.5.4 Humedad Relativa

Entre más elevada este la humedad relativa del ambiente, mejor será la calidad del fruto con mayor peso, excelente sabor y rendimiento en jugo. La HR es definitiva en los procesos de polinización y se ve reflejado en los posteriores procesos de cuajamiento, llenado, peso y tamaño de fruto.

2.5.5 Precipitación

El maracuyá es una planta de clima tropical, que requiere un suministro de agua en cantidades de 800 a 1500 mm año⁻¹ bien distribuidos. Para obtener maracuyá de buena calidad, el abastecimiento de agua debe ser adecuado. Su exceso o déficit puede causar daños a los tejidos desmejorando las características del fruto.

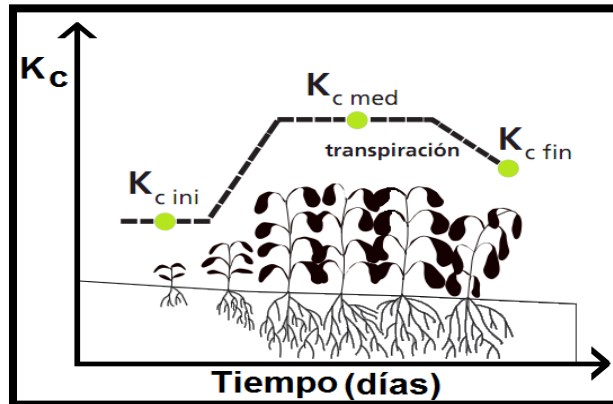
2.6 COEFICIENTE DE CULTIVO (K_c)

Un importante parámetro para el manejo del riego es el Coeficiente de Cultivo (K_c) ecuación 1, que integra en un solo valor la influencia real de la evaporación del suelo y la transpiración del cultivo (E_{Tr}), en una relación con la evapotranspiración potencial (E_{To}), constituyendo una excelente herramienta para la planificación del riego (FAO, 2006). El coeficiente de cultivo se describe mediante la siguiente relación:

$$k_c = \frac{ET_c}{ET_o} \quad (1)$$

La precisión de la determinación de los requerimientos de agua del cultivo es ampliamente dependiente del tipo de clima y del método de riego elegido para estimar la evapotranspiración. Este factor se utiliza para determinar la evapotranspiración real del cultivo. El coeficiente de cultivo depende de las características anatómicas, morfológicas y fisiológicas de cada especie y expresa la capacidad de la planta para extraer el agua del suelo en las distintas etapas del período vegetativo.

El coeficiente de cultivo (K_c) describe las variaciones de la cantidad de agua que las plantas extraen del suelo a medida que se van desarrollando, desde la siembra hasta la recolección (gráfica 1).



Gráfica 1. Esquema general del Coeficiente de cultivo (K_c).
Fuente FAO, 2006

- **INICIAL:** desde la siembra hasta un 10% de la cobertura del suelo aproximadamente.
- **DESARROLLO:** desde el 10% de cobertura y durante el crecimiento activo de la planta.
- **MEDIA:** entre floración y fructificación, correspondiente en la mayoría de los casos al 70-80% de cobertura máxima de cada cultivo.
- **MADURACIÓN:** desde madurez hasta recolección.

En la gráfica 1, el K_c comienza siendo pequeño y aumenta a medida que la planta cubre más el suelo. Los valores máximos de K_c se alcanzan en la floración, se mantienen durante la fase media y finalmente decrece durante la fase de maduración. Para el Maracuyá, los coeficientes de cultivo suelen venir expresados por meses y usualmente en función del grado de cobertura del suelo.

2.6.1 Evapotranspiración potencial (ETo)

Existen varios métodos directos e indirectos para determinar la evapotranspiración potencial. Los más comúnmente aplicados son los métodos del Lisímetro, Tanque Evaporímetro y métodos empíricos entre otros. A menudo se utilizan las ecuaciones que incluyen variables climáticas y están sujetas a rigurosas calibraciones locales pero demostraron tener limitada validez. Por otra parte, probar la exactitud de los métodos bajo nuevas condiciones es laborioso y necesita mucho tiempo y dinero. A pesar de ello, los datos de evapotranspiración son necesarios con antelación al planeamiento de proyectos o para programar calendarios de riego.

Para evaluar la validez de estos métodos y de otros procedimientos de estimación bajo diversas condiciones climáticas, la FAO probó y demostró claramente la amplia variabilidad de resultados de los métodos aplicados bajo diversas condiciones climáticas.

El análisis del funcionamiento y la dispersión de resultados obtenidos por varios métodos revelan la necesidad de formular un único método estándar para el cómputo de la ETo . Dado el mejor comportamiento y consistencia del método FAO Penman - Monteith en el ámbito global, este es el que se recomienda como método estándar. Esto se debe a que existe una elevada probabilidad de

que este método prediga correctamente los valores de ET_o en una amplia gama geográfica y climática y cuenta con previsiones para su uso en situaciones de falta de datos.

Penman combinó el balance energético con el método de la transferencia de masa y derivó una ecuación para calcular la evaporación de una superficie abierta de agua a partir de datos climáticos. Este método conocido como combinado fue ampliado a las superficies cultivadas por medio de la introducción de factores de resistencia. La Ecuación combinada de FAO Penman – Monteith es:

$$ET_o = \frac{0,408 \Delta (R_n - G) + \gamma \left(\frac{900}{T + 273} \right) u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0,34 u_2)} \quad (2)$$

Dónde:

ET_o : evapotranspiración de referencia (mm), R_n : radiación neta en la superficie del cultivo (MJ/m^2 día), R_a : radiación extraterrestre (mm/día), G : flujo del calor del suelo (MJ/m^2 día), T : temperatura media del aire a 2 m de altura ($^{\circ}C$), u_2 : velocidad del viento a 2 m de altura (m/s), e_s : presión de vapor de saturación (kPa), e_a : presión real de vapor (kPa), $(e_s - e_a)$: déficit de presión de vapor (kPa), Δ : pendiente de la curva de presión de vapor ($kPa/^{\circ}C$), γ : constante psicométrica ($kPa/^{\circ}C$),

2.6.2 Evapotranspiración del cultivo (ET_c)

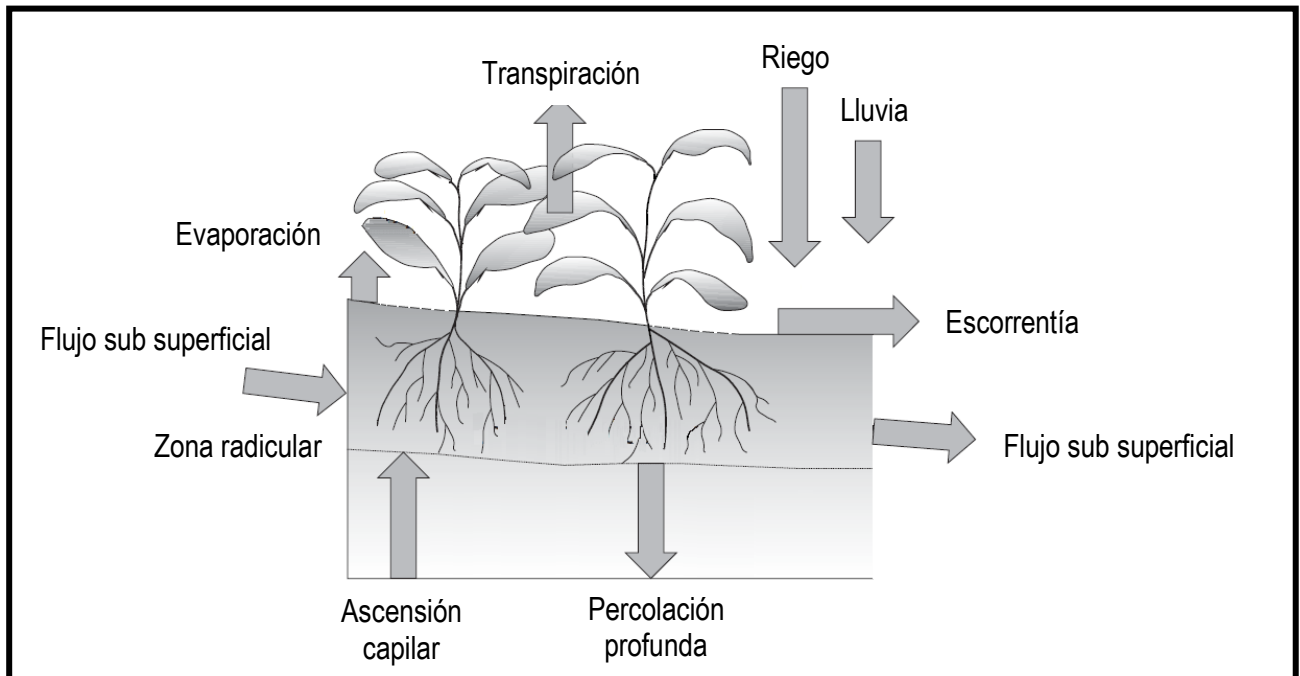
La evapotranspiración del cultivo de referencia (ET_c) en mm/día, fue definida por Doorembos y Pruitt (FAO, 1975) como “La tasa de evaporación en mm/día de una extensa superficie de pasto (grama) verde de 8 a 15 cm de altura, en crecimiento activo que sombrea completamente la superficie del suelo y que no sufre de escasez de agua”.

La evapotranspiración puede determinarse midiendo varios componentes del balance de agua en el suelo. El método consiste en evaluar los flujos de agua que entran y salen de la zona radicular del cultivo dentro de un determinado periodo de tiempo (grafica 2). El riego (R) y la precipitación (P) proporcionan agua a la zona radicular. Parte de R y P pueden perderse por escurrimiento superficial (ES), y percolación profunda (D) la cual eventualmente recargará la capa freática. El agua también puede ser transportada hacia la superficie mediante capilaridad (C) desde la capa freática sub-superficial hacia la zona de raíces o ser incluso transferida horizontalmente por flujo sub-superficial. La evaporación del suelo y la transpiración del cultivo pueden agotar el agua de la zona radicular. Si todos los otros flujos aparte de la evapotranspiración (ET) pueden ser evaluados, la evapotranspiración se puede deducir a partir del cambio en el contenido de agua en el suelo (ΔSW) a lo largo de un periodo de tiempo (FAO, 2006). El balance hídrico se plantea así (grafica 2):

$$P + I \pm R_o = ET_c \pm D \pm \Delta W \quad (3)$$

Dónde:

P : precipitación [mm], I : lamina de riego aplicada [mm], R_o : escurrimiento [mm], D : drenaje/percolación [mm], ΔW : cambios de humedad [mm].



Gráfica 2. Balance de agua en el suelo
Fuente FAO, 2006

2.6.2.1 Lisímetro

La determinación de la evapotranspiración se basa en la medida directa de la disminución del contenido de agua en un volumen del suelo. El lisímetro es un sistema que permite aislar hidrológicamente un volumen de suelo, en cuya superficie exterior se implanta el mismo cultivo que en el terreno adyacente, de tal manera que el conjunto muestra una completa sucesión de continuidad en la apariencia y características del cultivo.

Existen dos clases de lisímetros, los de pesaje de precisión, en los cuales la evapotranspiración se puede obtener con una exactitud de centésimos de milímetro, donde la pérdida de agua es medida directamente por el cambio de masa y períodos pequeños tales como una hora pueden ser considerados y los lisímetros de drenaje, en los cuales la evapotranspiración es medida por un período dado, restando la cantidad de agua de drenaje, recogida en el fondo de los lisímetros, de la cantidad total de agua ingresada.

En el lisímetro se permite la medición de las ganancias y pérdidas de agua, con su superficie cubierta por el cultivo, representando las condiciones ambientales de la zona donde están ubicados. De 3, se despeja la evapotranspiración de cultivo (ET_c) controlando la escorrentía con las paredes del lisímetro ($R_o = 0$), obteniendo:

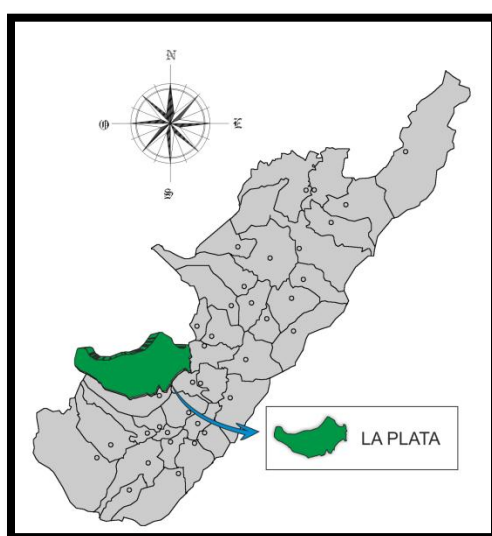
$$ET_c = P + I - D \pm \Delta W \quad (4)$$

Dónde:

ET_c : evapotranspiración del cultivo [mm], **P:** precipitación [mm], **I:** lamina de riego aplicada [mm], **D:** drenaje/percolación [mm], **ΔW :** cambios de humedad [mm].

3. METODOLOGÍA

Para el cumplimiento de los propósitos de la investigación, se selecciona en el municipio de la Plata, vereda Fátima, departamento del Huila (grafica 3), un área experimental de 0,25 Ha. En esta área se realiza la adecuación mediante cuatro tratamientos de riego (goteo, microaspersión, surcos y microtubo- testigo) y se siembran plántulas de Maracuyá con espaciamiento de 2,5m x 4m mediante disposición de tutorado en espaldera para un total de 196 plantas. Cada tratamiento de riego consta de 7 líneas de plántulas (5 unidades experimentales y 2 líneas de borde libre), representando cada línea la unidad experimental. Cada unidad experimental contiene 7 plantas.



Gráfica 3. Localización en el municipio de La Plata, departamento del Huila.

En el área experimental se instalaron baterías de tensiómetros de 15 y 30 cm de profundidad por tratamiento de riego y adicionalmente en el área se instaló un lisímetro volumétrico de referencia, instrumentos básicos para el control y seguimiento de la humedad del suelo como para el balance hídrico del cultivo. Además se instaló una estación climatológica automatizada programada para el cálculo de la evapotranspiración potencial por el método de Penman - Monthein.

En el seguimiento del potencial hídrico en las plantas se utilizó una cámara de presión para pruebas destructivas en peciols y hojas de la plantación, la toma de las medidas del potencial hídrico se realizó una vez por semana y esta permite conocer y controlar los flujos de agua en la relación agua-suelo-planta-atmosfera.

La operación de los tratamientos de riego se programa según lectura diaria (7am) de las baterías tensiométricas, considerando 20 centibares (cb) como punto crítico para la apertura de los sectores de riego y valores superiores a este, muestran la existencia de déficit hídrico en la zona de raíces de la plantación.

Los lisímetros permiten medir la percolación de agua en el suelo y el seguimiento de los cambios de humedad o de almacenamiento en el suelo, para lo cual se hace lecturas cada 8 días, información básica para el balance hídrico en el área.

La estación climatológica registra información horaria durante las 24 horas de los distintos elementos del clima, datos que son almacenados y descargados semanalmente en un computador portátil. La última columna de este registro contiene los resultados de la evapotranspiración potencial diaria en el sitio.

Se toman registros diarios de los datos de campo para el balance hídrico en el área experimental mediante formatos previamente elaborados para cada mes, los cuales son verificados y ponderados por décadas, según medición gravimétrica de la humedad del suelo. La Evapotranspiración real medida en campo y enfrentada a la Evapotranspiración del cultivo de referencia para cada fase fenológica permite estimar el factor de cultivo K_c . Se hace representación gráfica del coeficiente de cultivo (K_c vs. fase fenológica) y la estimación de la Evapotranspiración real para Maracuyá en la parcela establecida como unidad experimental.

El trazado, instalación y operación de riego al cultivo, tiene como fin analizar los alcances de eficiencias de riego, reflejadas en la disminución de costos técnico-económicos y ambientales, mediante la aplicación de buenas prácticas de manejo de los recursos suelo-agua y teniendo en cuenta la respuesta ecofisiológica del cultivo, como de las variables de cosecha.

3.1 SELECCIÓN DEL AREA EXPERIMENTAL

De acuerdo a algunos criterios, como su localización, suministro de agua, disponibilidad de tiempo y la más importante, el interés del propietario, se seleccionó el área experimental (Foto 1, anexo A), en el municipio de la Plata en la vereda Fátima.



Foto 1. Área Experimental en La Plata - Huila

3.2 CARACTERÍSTICAS DEL SUELO DEL AREA EXPERIMENTAL

El estudio de suelos se hizo con anticipación a las labores de preparación, adecuación y siembra del área experimental. Se hizo un muestreo espacial en zig-zag siguiendo la metodología del IGAC para

toma de muestra representativa y en profundidad a través de la observación y el muestreo por horizontes constitutivos del perfil del suelo en apique. Las muestras fueron sometidas a análisis físicos y químicos en el Laboratorio de Suelos de la Universidad Surcolombiana.

3.2.1 Características Físicas

En el área de estudio se realizó una (1) calicata de 1.20 m de profundidad con área superficial de (1.0 x 1.0) m², para identificar y caracterizar cada uno de los horizontes del suelo. Se hizo la descripción de los horizontes del suelo para diferenciar las características del perfil (anexo B).

Se tomaron muestras de cada horizonte del suelo y se llevaron al Laboratorio para determinar características físicas e hidrodinámicas como textura (Bouyoucos), densidad aparente (Terrón Parafinado), humedad del suelo (gravimetría), capacidad de campo y punto de marchitez permanente (olla y plato de presión) y curva de retención de humedad. Se midió la infiltración en campo (anillos infiltrómetros) y se aplicó el modelo de Kostiaikov, también se midió la conductividad hidráulica (pozo barrenado invertido) aplicando la aproximación de Porche (anexos C y D).

3.2.2 Características Químicas

Para la caracterización del suelo se realizó inicialmente un reconocimiento del área, demarcando zonas homogéneas por condiciones de relieve, color, drenaje y vegetación presente. Las variables analizadas fueron pH, CIC, materia orgánica, fósforo, potasio, calcio, magnesio, sodio y elementos menores (anexos G).

3.3 DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO

El sistema de riego se diseñó según Pizarro 1987, haciendo selección de unidad de riego, espaciamiento entre unidades de riego, diseño de tuberías laterales, múltiples, alimentación y principal. El sistema de riego se formuló para tuberías en polietileno de alta densidad, con el fin de garantizar alta eficiencia, gran durabilidad y funcionamiento correcto del sistema.

3.4 INSTALACIÓN DE EQUIPOS EN CAMPO

3.4.1 Estación meteorológica

Para el estudio se instaló una estación meteorológica WeatherHawk con cercamiento y concertina metálica de seguridad, programada para proporcionar datos meteorológicos incluido el complejo cálculo de la Eto (evapotranspiración) usando el estándar industrial, (ASCE) (fotos 2, 3 y 4).



Foto 2. Selección instalación encierro



Foto 3. Construcción de base para estación



Foto 4. Estación instalada

3.4.2 Tensiómetros

Los tensiómetros son instrumentos simples y confiables que proveen una medición del estado de la energía del agua en el suelo. Los tensiómetros miden la tensión con que el agua está retenida por el suelo (fotos 5, 6 y 7).



Foto 5. Tensiómetro Irrrometer de 15 cm



Foto 6. Calibración de Tensiómetro

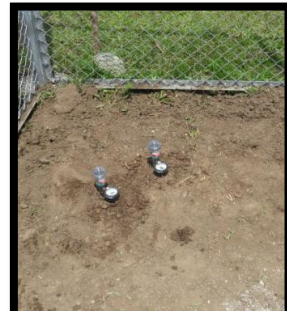


Foto 7. Instalación de batería de Tensiómetros

3.4.3 Cámara de presión

La función de la cámara de presión se asemeja a la medición de la presión arterial de una planta. Los valores de potencial muestran la reacción de la planta a excesiva humedad o deficiencia de la misma. Esta información permite la aplicación exacta del riego. Su funcionamiento es sencillo, se toma una hoja de maracuyá, se introduce en la cámara, dejando expuesto el peciolo y aplicando una presión al interior. Esto muestra un valor que será medido en el manómetro (fotos 8, 9 y 10). Se realiza una evaluación mensual, todo el día, cada 2 horas.



Foto 8. Peciolo de la hoja de Maracuyá



Foto 9. Hoja y peciolo en la tapa de la cámara



Foto 10. Prueba registrada en la hoja de Maracuyá

3.4.4 Lisímetro

El lisímetro consiste en un tanque cubico en fibra de vidrio de 1m x 1m y 0.7m de altura; a 0.25m del fondo tiene un área libre que recibe el agua de drenaje, para lo cual lleva una lámina perforada del mismo material montada sobre una capa de grava. En una de las esquinas del lisímetro se haya un tubo de PVC para evacuar y medir los excesos de agua extraída con una bomba de succión. Una vez instalado el lisímetro en campo, se siembra el cultivo de referencia, pasto (fotos 11 y 12).



Foto 11. Lisímetro



Foto 12. Lisímetro en proceso de instalación en campo.

3.5 DETERMINACION DEL Kc

El Coeficiente de Cultivo (Kc), integra en un solo valor la influencia real de la evaporación del suelo y la transpiración de un cultivo (ET_c), en una relación con la evapotranspiración potencial (ET_o), (1).

$$k_c = \frac{ET_c}{ET_o}$$

3.5.1 Determinación del ETo

Se recomienda calcular la ETo utilizando el método estándar FAO Penman - Monteith (2) que utiliza datos meteorológicos de radiación, temperatura, aire, humedad atmosférica y velocidad del viento. La ETo se puede estimar por medio de algunos de los parámetros climáticos. El procedimiento del cálculo consiste en los siguientes pasos:

1. Derivación de algunos parámetros climáticos de las temperaturas máximas y mínimas diarias (T_{\max} y T_{\min}), de la altitud (z) y de la velocidad media del viento (u_2).
2. Cálculo del déficit de la presión del vapor ($e_s - e_a$). La presión de saturación de vapor (e_s) se deriva de T_{\max} y T_{\min} , mientras que la presión real del vapor (e_a) se puede derivar de la temperatura del punto de rocío ($T_{\text{rocío}}$), de la humedad relativa máxima y mínima (HR_{\max} y HR_{\min}), de la humedad relativa máxima solamente (HR_{\max}), o de la humedad relativa promedio (HR_{media}).
3. Determinación de la radiación neta (R_n) como la diferencia entre la radiación neta de onda corta (R_{ns}) y la radiación neta de onda larga (R_{nl}). En la planilla, el efecto del flujo de calor en el suelo se ignora para los cálculos diarios pues la magnitud del flujo en este caso es relativamente pequeña. En la ecuación FAO Penman - Monteith, la radiación neta, expresada en $\text{MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$, se convierte a mm dia^{-1} (evaporación equivalente) usando 0,408 como el factor de la conversión dentro de la ecuación.
4. La ETo se obtiene combinando los resultados de los pasos anteriores.

3.5.2 Determinación del ETc

La ETc se puede estimar por medio de la ecuación de balance hídrico. El procedimiento del cálculo consiste en los siguientes pasos:

1. Determinación de las de las entradas de agua en el espacio vacío del fondo del lisímetro, mediante bomba de succión.
2. Determinación de los cambios en el contenido de humedad del suelo, mediante muestra gravimétrica en el lisímetro.
3. Determinación de la precipitación efectiva de la zona, tomada de pluviómetro manual o de estación meteorológica.
4. Determinación de lámina de agua aplicada en cada riego.
5. La ETc se obtiene combinando los resultados de los pasos anteriores.

3.6 IDENTIFICACIÓN Y PONDERACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

Para la identificación y selección de impactos se aplicó el método Matriz reducida de Leopold, con el fin de priorizar los impactos de mayor incidencia en el área de estudio, proponer medidas preventivas, correctivas o para mitigar los impactos negativos generados a partir de las actividades. Con el desarrollo de este método se identificaron las iteraciones favorables y desfavorables entre las actividades del proyecto; con este método se reconocieron los impactos ambientales positivos y negativos más significativos, además se hizo la selección de impactos finales.

Para la identificación y comparación de los escenarios se tiene en cuenta el método de calificación ambiental de Arboleda (5) que evalúa los impactos según su clase, presencia, evolución, magnitud y duración; criterios que son llevados a la ecuación siguiente para determinar la importancia ambiental de los impactos en cada escenario.

$$Ca = C (P [a * E * M + b * D]) \quad (5)$$

Dónde:

Ca: Calificación ambiental (0.1 – 10.0), C: Clase (-1 o 1), P: Presencia (0.0 – 1.0), E: Evolución (0.0 – 1.0), M: Magnitud (0.0 – 1.0), D: Duración (0.0 – 1.0), a: Constante igual a 7.0, b: Constante igual a 3.0.

Teniendo en cuenta el valor asignado (escala de 0.0 – 1.0) a cada uno de los impactos en los criterios establecidos por Arboleda para cada escenario ambiental (CP, SP, PMA), se aplicó la anterior ecuación para obtener la respectiva calificación ambiental la cual puede oscilar entre 1.0 y 10.0. Ésta calificación determina la importancia ambiental de cada uno de estos impactos en cada escenario, de acuerdo con los siguientes intervalos de medición: 8.0 – 10.0 importancia muy alta, 6.0 – 8.0 importancia alta- alta, 4.0 – 6.0 importancia alta- media, 2.0 – 4.0 importancia baja y 0.0 – 2.0 importancia muy baja.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

4.1.1 Análisis físico del suelo

En el perfil del suelo se identifican 3 horizontes bien definidos, el primer horizonte (0 – 25 cm) es de textura franco-arcillosa a diferencia de los horizontes profundos con textura arcillosa (25-65 y 65 – X), presentando la mayor retención de humedad el horizonte FAr con 25.13% de agua aprovechable. La textura arcillosa limita los procesos de humedecimientos del suelo y al percolación afectando el drenaje del suelo (ver tabla 2).

Tabla 2. Características físicas de los horizontes del suelo

Horizonte Profundidad (cm)	Textura	Densidad Real (g/cm ³)	Densidad aparente (g/cm ³)	Color	Humedad gravimétrica (%)		
					0.03 MPa	1.5 MPa	AA
A (0 – 25)	Franco Arcilloso	2.40	1.38	5YR3/3	38.1	12.97	25.13
B (25 – 65)	Arcilloso	2.08	1.3	5YR2.5/2	41.36	21.71	19.65
C (65 – X)	Arcilloso	2.44	1.27	10YR6/4	38.16	23.43	14.73

Fuente: Laboratorio de Suelos - Universidad Surcolombiana, 2011.

La densidad aparente y la densidad real del suelo son propias de suelos minerales agrícolas, característicos a comenzar con prácticas adecuadas de laboreo de suelos con el fin de entrar en procesos de compactación. La capacidad de almacenamiento de agua en el suelo se clasifica de media a alta para suplir déficits en las plantas.

4.1.2 Análisis químico del suelo

El análisis químico se hizo para el primer horizonte del suelo 0- 30 cm. El cual permitió determinar que el suelo es medianamente ácido, con contenido bajo de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico indica una fertilidad media del suelo (Tabla 3).

El análisis químico del suelo muestra que es medianamente ácido con bajo contenido de materia orgánica, capacidad de intercambio catiónico media, fósforo bajo, bases de cambio alta y alta saturación de bases, alto nivel de hierro, bajo en manganeso y en los otros elementos menores esenciales para la materia vegetal. La fertilidad general del área experimental se clasifica de baja a moderada.

Tabla 3. Características químicas del suelo

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	
		(mayo 2010)	(mayo 2011)
pH	-	5.61	5.45
Materia Orgánica (MO)	%	0.76	1.64
C.I.C.	cmol ⁺ .kg ⁻¹	13.59	21.6
Fósforo (P)	ppm	13.0	22.5
Calcio (Ca)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	11.30	2.67
Magnesio (Mg)		3.44	1.20
Sodio (Na)		0.33	0.07
Potasio (K)		0.41	0.12
Bases Totales (BT)		15.48	4.06
Saturación de bases (SB)	%	113.9	18.79
Azufre (S)	ppm	12.4	11.3
Hierro (Fe)	ppm	283	112
Cobre (Cu)	ppm	1.9	2.1
Cinc (Zn)	ppm	2.8	2.5
Manganeso (Mn)	ppm	5.9	8.0
Aluminio (Al)	cmol ⁺ .kg ⁻¹	0.07	0.08
Relación Ca/Mg	-	3.28	2.22
Relación (Ca + Mg)/K	-	35.95	32.25
Relación Mg/K	-	8.39	10.0

Fuente: Laboratorio de Suelos - Universidad Surcolombiana, 2010-2011.

Es necesario corregir las deficientes características químicas con prácticas de abonamiento – órgano-mineral de manera fraccionada cada dos meses para suplir el déficit de elementos esenciales y proveer mayores características físico-químicas al suelo. Se recomienda para próximas siembras realizar caballones sobre el cual se disponga el cultivo para favorecer este de los excesos de humedad y garantizar en el adecuado drenaje del terreno.

4.1.3 Retención de humedad del suelo

En el laboratorio de suelos de la Universidad Surcolombiana se determinaron las características de retención de humedad del suelo a diversas tensiones para los tres primeros horizontes superficiales del suelo.

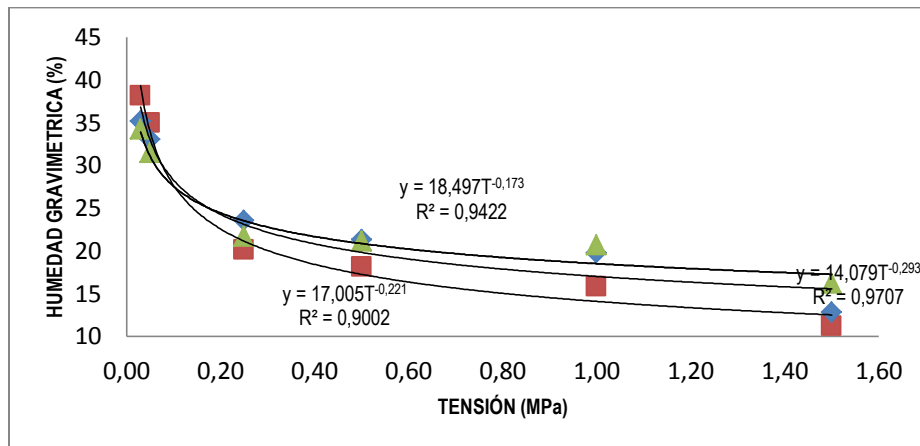
Por las características físicas asociadas a la tensión, se observa que el suelo posee baja retención de humedad, ya que el agua útil que lograr ofrecer el suelo a las plantas es de aproximadamente 10% de humedad, lo que significa la exigencia de un mayor control en el suministro de agua a las plantas durante el ciclo vegetativo (tabla 4).

Tabla 4. Retención de humedad del suelo a diversas tensiones

Horizonte (cm)	Tensión (bar)	Humedad (%)
0 – 25	0.3	38,12
	0.5	34,93
	2.5	20,11
	5.0	18,12
	10.0	15,77
	15.0	11,15
25 – 65	0.3	35,15
	0.5	33,03
	2.5	23,56
	5.0	21,26
	10.0	19,75
	15.0	12,78
65 – X	0.3	34,2
	0.5	31,48
	2.5	21,69
	5.0	21,11
	10.0	20,64
	15.0	16,15

Fuente: Laboratorio de Suelos - Universidad Surcolombiana, 2011.

La retención de humedad marca una tendencia propia y característica frente a las texturas identificadas en el perfil del suelo. Estas características del suelo se ajustan de manera adecuada a las necesidades fisiológicas de la planta cuyo régimen de humedad es bajo, puesto que estas especies son sensibles a condiciones de exceso de humedad edáfica (gráfica 4).



Gráfica 4. Curvas de retención de humedad del suelo

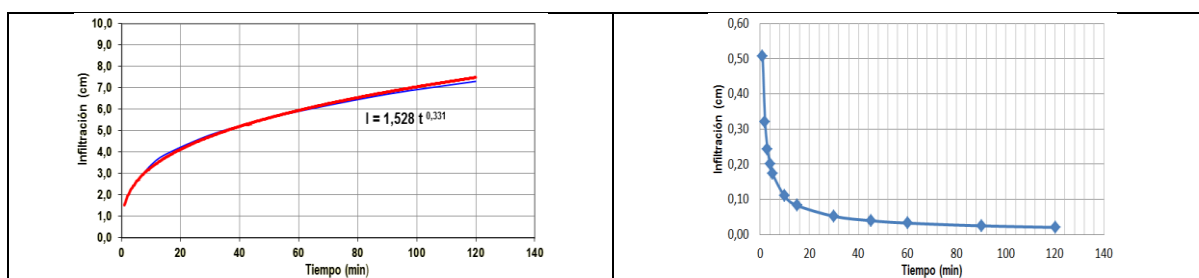
Las curvas de retención de humedad del suelo confieren la mayor retención de agua para el horizonte superior por su mayor pendiente de curva a diferencia de los horizontes de mayor profundidad de textura Arcillosa. La mayor porción de agua disponible en el suelo se presenta entre

0 y 0,2 Mpa con aproximadamente el 14% de la humedad aprovechable para las plantas, a diferencia de energía con valores mayores a 0.2 Mpa (0.2 – 1.5 Mpa) correspondiente al 12% de la humedad aprovechable del suelo. Esta disponibilidad y su diferencia son más marcadas en la curva de retención humedad de 2° y 3° horizonte del suelo, a favor de mayor disponibilidad de agua a rango baja de tensión del agua en el suelo.

4.1.4 Capacidad de infiltración y conductividad hidráulica del suelo

La capacidad del infiltración del suelo es lenta a moderadamente lenta (0.41 – 0.55 cm/hr), parámetro que permite dosificar el agua de riego y los métodos de aplicación para evitar escorrentía y garantizar la eficiencia del riego (grafica 5). Es recomendable bajo estas condiciones hidrodinámicas del suelo, suministra el agua de riego mediante el uso de método de riego de alta frecuencia, es el caso de riego por microaspersión.

Se realizó la prueba de infiltración por medio del método de los anillos de saturación, el cual permitió determinar que la conductividad del suelo objeto de estudio es moderadamente lenta y su infiltración es lenta (Tabla 5).



Gráfica 5. Infiltración acumulada y tasa de infiltración

Tabla 5. Clasificación de la infiltración básica (I_b) y la conductividad hidráulica (k) del suelo

I_b (cm/hr)	K (m/día)	Clase
0.55	0.20	Moderadamente lenta

La conductividad hidráulica del suelo es de (0.20 mm/día) es moderadamente lenta debida a los estratos arcillosos que limitan el flujo rápido del agua de percolación, definiendo un drenaje interno deficitario del suelo.

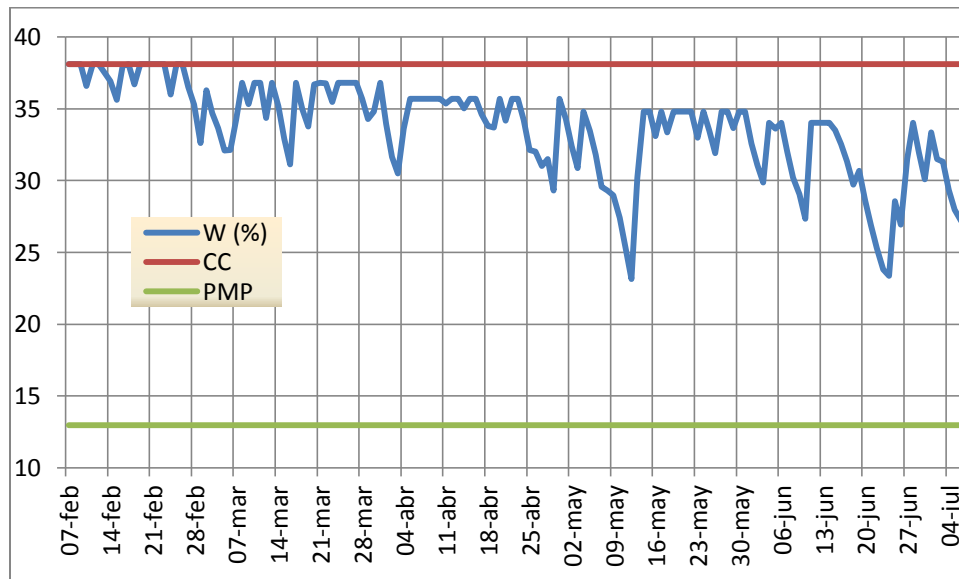
4.1.5 Control de humedad del suelo

Los registros de la energía del agua en el suelo, medida mediante los tensiómetros Irrrometer ubicados a 15 y 30 cm de profundidad en cada uno de los tratamientos de riego en la parcela experimental muestra ligeras variaciones en el rango de 0 a 8.0 Cb, lo que verifica la permanente humedad el suelo con valores cercanos a la capacidad de campo. En el periodo de observación, Febrero a Julio no se presentó déficit de humedad en el suelo, como para causar stress hídrico a la

planta. Para condiciones de humedad cercanas a capacidad de campo, es poco sensible a observar cambio a través de los mediciones realizada con lo tensiómetros.

Las lluvias intensas ocasionadas en el periodo no causan cambio significativo en la lectura de los tensiómetros, por la constante de humedad presente en la zona de raíces. Se observa que los tensiómetros situados a 15 cm, están expuestos a ligeros cambios de humedad por la pérdida de evaporación, comparados con aquellos situados a 30 cm, los cuales conservan la humedad con mayor regulación.

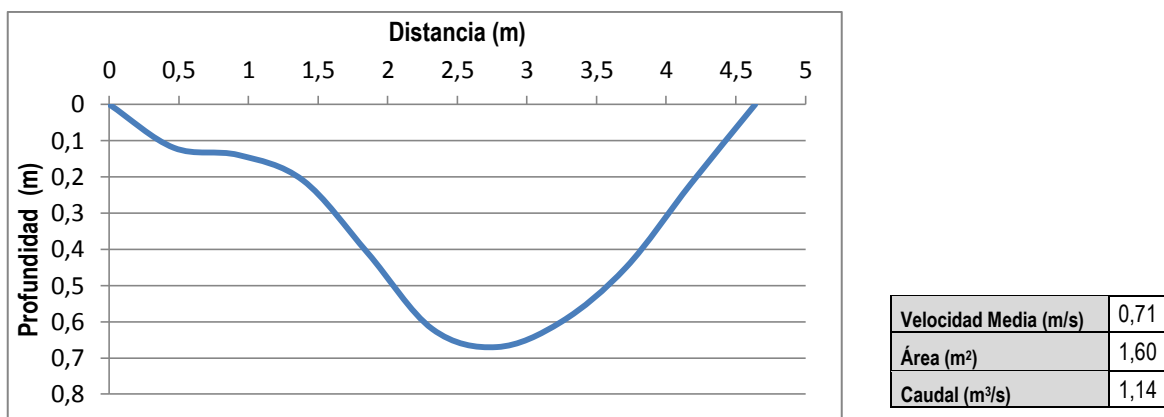
Se realizó de igual manera seguimiento con muestra gravimétrica de suelo en el área experimental, constatando la humedad presente en la zona de raíces (grafica 6, anexo E).



Gráfica 6. Registros de humedad en el suelo

4.2 FUENTE DE ABASTECIMIENTO Y CALIDAD DEL AGUA.

Fuente de abastecimiento es la quebrada Barbillas, localizada en la vereda Fátima del municipio de La Plata, a continuación se describen los caudales y algunas características (Tabla 6- 7). El aforo se realizó el 03 de enero 2011 y permitió determinar un caudal de 1.14 m³/s y velocidad media del agua de 0,71 m/s (grafica 7).



Gráfica 7. Perfil del cauce Quebrada Barbillas, Vereda Fátima, Municipio La Plata

El área experimental se abastece del agua de la quebrada Barbillas con el respectivo permiso de la autoridad ambiental, la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM), representado en la respectiva concesión de aguas con resolución 1965 del 30 de Noviembre del 2005 (Tabla 6).

Tabla 6. Registro de la concesión otorgada por la CAM

Nombre	Municipio	Dirección	Nombre Predio	Persona	Nombre	Ident.	Resol.	Fecha Exped.	Caudal Directo m ³ /seg
Quebrada Barbillas	LA PLATA	Vereda FATIMA	SAN IGNACIO	Natural	José Darío Forero	12.284.010	1965	30/11/2005	0,83

Tabla 7. Características químicas del agua en Quebrada Barbillas

IDENTIFICACIÓN	Unidades en ppm						Unidades mg/L			RAS	pH	CE μS/cm
	Na	K	Ca	Mg	S	P	Cl ⁻¹	SO ₄ ⁻²	CaCO ₃			
Quebrada Barbillas	1.62	0.46	48.9	14.2	30.5	55.5	1.4	24	30	0.049	6.88	59

Fuente: Laboratorio de Suelos - Universidad Surcolombiana, 2011.

El agua para riego se clasifica con C1S1 según el laboratorio de Riverside, es decir el agua es buena, no presenta riesgo de sodificación, ni riesgo de salinización, se puede usar con los métodos de aplicación superficial o a presión sin limitaciones a generar acumulación de toxicidad por iones presentes en el agua de riego.

4.3 CLIMATOLOGIA

El régimen de lluvias en la zona de estudio es bimodal con un periodo bien definido de sequía comprendido entre los meses de julio, agosto y septiembre, siendo este periodo el de mayor evaporación. El menor brillo solar se registra en los meses de marzo y abril con 3,5 hr/día, mientras que en los meses de diciembre y enero presenta el mayor brillo solar con 4,7 hr/día. La humedad relativa es alta, especialmente en los meses de diciembre y enero con 85%, y la temperatura media es de aproximadamente 22.3 °C (tabla 8).

Tabla 8. Climatología promedio del área en el periodo 1990-2010

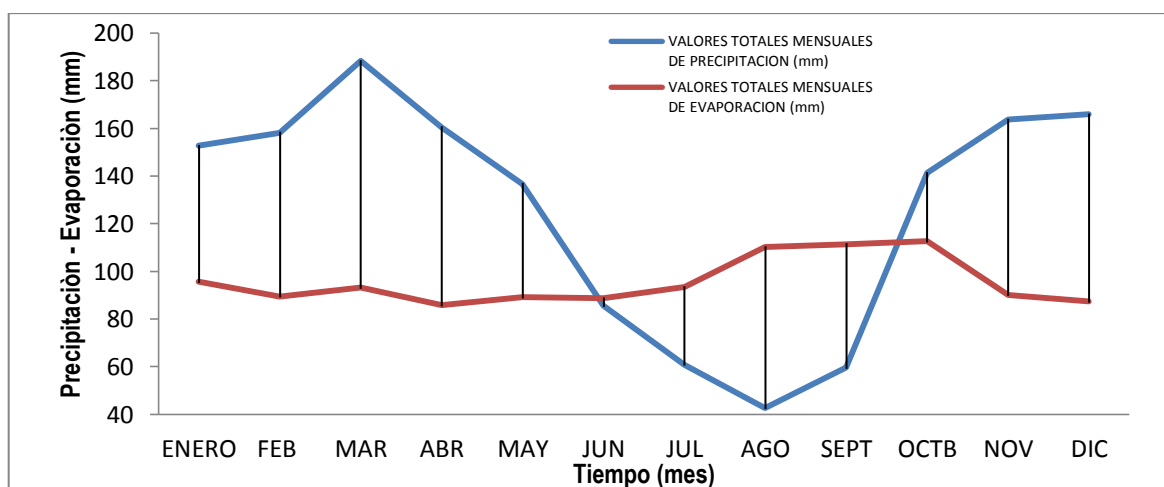
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
PRECIPITACION (mm)	152,7	158,2	188,3	160,4	136,7	85,6	60,8	42,6	59,6	141,3	163,7	165,9
EVAPORACION (mm)	95,6	89,5	93,2	85,8	89,1	88,7	93,4	110,2	111,4	112,7	90,1	87,3
BRILLO SOLAR (horas)	141,9	128,1	110	107,4	114,4	115,4	115,9	120,8	124,2	133,1	126,6	144,5
HUMEDAD RELATIVA (%)	84	82	83	84	83	82	79	75	73	78	83	85
NUBOSIDAD (Octas)	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
TEMPERATURA MEDIA (°C)	22,2	22,6	22,4	22,3	22,3	21,9	21,7	22,2	22,9	22,7	22,3	22,2
VELOCIDAD VIENTO (m/s)	1,3	1,4	1	1,2	1,2	1,2	1,5	1,7	1,7	1,6	1,4	1,2

Fuente: IDEAM - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES, Estación: 2105502 ESC AGR La Plata, 1990-2009.

La velocidad del viento es máxima en el mes de agosto con valor medio de 1.2 m/s. El año 2011, se presenta como atípico, es decir difiere de los valores promedios, los balances hídricos son a la favor del excesos de humedad durante los 7 meses transcurridos (tabla 8).

4.3.1 Balance hídrico mensual histórico

Para el análisis del balance hídrico histórico se asociaron las variables precipitación – evaporación de la estación: 2105502 (Escuela Agrícola la Plata) durante el periodo 1991 – 2010 (gráfica 8).



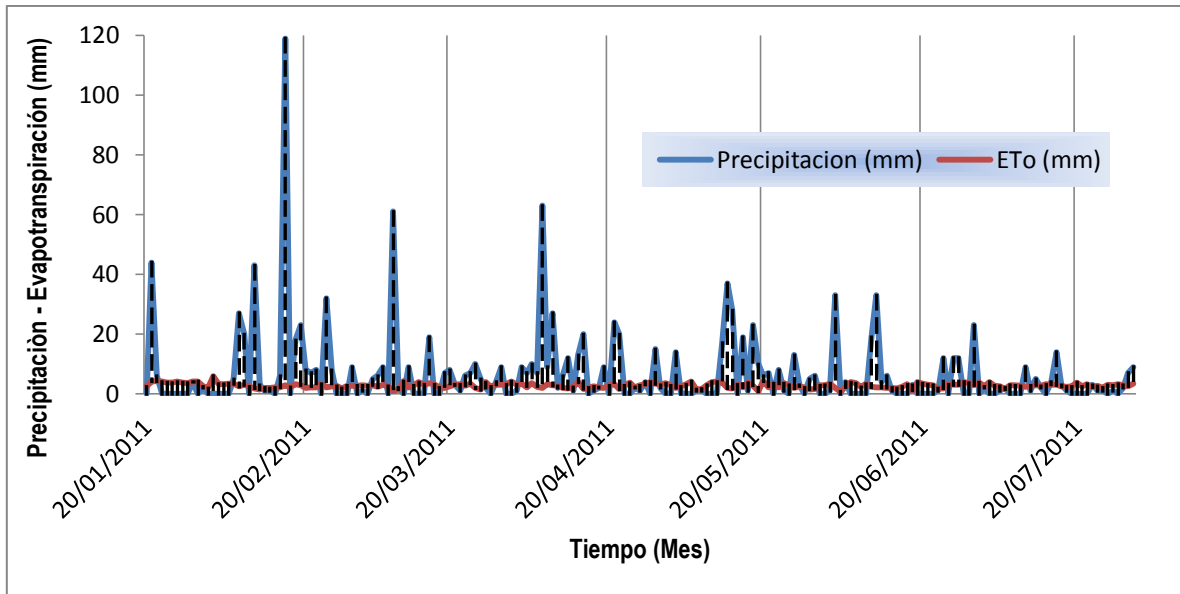
Gráfica 8. Balance Hídrico Mensual Municipio de La Plata

Fuente: IDEAM - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES, Estación: 2105502 ESC AGR La Plata, 1990-2010.

El balance hídrico histórico en el área muestra déficit de agua durante los meses de Junio, Julio, Agosto y Septiembre, periodo en el cual se debe disponer de riego para suplir las demandas y las necesidades hídricas del cultivo.

4.3.2 Balance hídrico decadal

Para el análisis del balance hídrico se asociaron las variables precipitación – evaporación de la zona de estudio (gráfica 9, anexo E).



Gráfica 9. Balance Hídrico diario Área Experimental

Fuente: Estación Automatizada WeatherHawk, Enero - Julio 2011.

Se presentaron lluvias durante todas las décadas, superando la evapotranspiración en el periodo, a excepción de la primera década del mes de mayo, para el cual el déficit es suplido por la humedad del suelo.

El Balance hídrico decadal se presenta sin déficit de agua y con predominio de excesos de humedad, por lo que se requiere realizar prácticas de drenaje antes que riego para el control de la humedad del suelo, la 1ª década de abril y la segunda del mes de mayo muestra importantes cambios en los excesos de humedad en el área experimental.

4.4 DISEÑO DEL SISTEMA RIEGO

4.4.1 Levantamiento plani-altimétrico

Para el levantamiento topográfico se usó la estación total Topcon. En la visita a campo con ayuda de la estación se estableció el área de trabajo, las curvas a nivel (planimetría y altimetría) del terreno, con el fin de determinar los ajustes al diseño del sistema de riego.

4.4.2 Calculo de la Lámina Neta (LN)

$$Ln = \left(\frac{CC - PMP}{100} \right) * Da * Pre * Na$$

Ln: lamina neta

CC: capacidad de campo (%)

PMP: punto de marchitez permanente (%)

Da: densidad aparente (gr/cm³)

Pre: profundidad radicular efectiva del cultivo, se adopta el 75% de la profundidad total

Na: coeficiente de agotamiento de humedad aprovechable en el suelo, se recomienda que no sea superior al 50%.

$$Ln = \left(\frac{20,34 - 9,34}{100} \right) * 1,38 * 450 * 0,5$$

$$Ln = 34,15 \text{ mm}$$

4.4.3 Calculo de la Lámina Bruta (Lb)

$$Lb = \frac{Ln}{Ea}$$

Lb: lamina bruta

Ln: lamina neta

Ea: eficiencia de aplicación del sistema de riego

Microaspersión- goteo: 95- 98%

Por superficie: 50%

$$Lb_{\text{goteo-microaspersión}} = \frac{34,15 \text{ mm}}{98\%} = 34,84 \text{ mm} = 348,4 \frac{\text{m}^3}{\text{ha}}$$

$$Lb_{\text{surcos}} = \frac{34,15 \text{ mm}}{50\%} = 68,3 \text{ mm} = 683 \frac{\text{m}^3}{\text{ha}}$$

4.4.4 Calculo del uso consumo (Uc) mm/día

$$Uc = \frac{EVP * \text{mes critico}}{\text{días del mes critico}}$$

$$EVT = \frac{198,9 \frac{\text{mm}}{\text{mes}} * 1 \text{ mes}}{30 \text{ días}} = 6,42 \frac{\text{mm}}{\text{día}}$$

4.4.5 Frecuencia de riego (FR)

$$Fr = \frac{Ln}{Uc}$$

Fr: frecuencia de riego (días)

Ln: lamina neta

Uc: uso consumo (mm/día)

$$Fr = \frac{34,15 \text{ mm}}{6,42 \frac{\text{mm}}{\text{día}}} = 5,3 \text{ dias}$$

4.4.6 Tiempo por unidad de riego (TRur)

$$TRur = \frac{LBur}{Qur}$$

TRur: tiempo de riego (horas)

LBur: lamina bruta para el área de humedecimiento de la unidad de riego (m³)

$$LBur = \frac{Ah * Lb}{m^2 \text{ de una hectárea}}$$

Lb: lamina bruta

Ah: área de humedecimiento

$$Ah = \pi * \left(\frac{Du}{2}\right)^2 = 1,02 \text{ m}^2$$

Qur: caudal de descarga de la unidad de riego

Du: diámetro húmedo de la unidad de riego

$$Qur_{goteo} = 0.004 \frac{m^3}{hora}$$
$$Qur_{microaspersión} = 0.04 \frac{m^3}{hora}$$

LBur: lamina bruta para el área de humedecimiento de la unidad de riego (m³)

$$LBur_{goteo-microaspersión} = \frac{1,02 * 348,4 \text{ m}^3}{10000 \text{ m}^2} = 0,035 \text{ m}^3$$

$$LBur_{surcos} = \frac{1,02 * 683 \text{ m}^3}{10000 \text{ m}^2} = 0,069 \text{ m}^3$$

$$TRur_{goteo} = \frac{LBur}{Qur} = \frac{0,035 \text{ m}^3}{0.004 \frac{m^3}{hora}} = 8,7 \text{ horas}$$

$$TRur_{microaspersión} = \frac{LBur}{Qur} = \frac{0,035 \text{ m}^3}{0.04 \frac{m^3}{hora}} = 0,87 \text{ horas}$$

El tiempo de riego por surcos se calculó en base a la función de infiltración acumulada del suelo, adicionando el tiempo de avance (Ta) para determinar el tiempo total de riego (tabla 9).

Tabla 9. Tiempo de riego en Surcos.

Mes	Ln (cm)	CI	tr (min)	Ta (min)	Tt (min)
Febrero	4,28	2,80	22,46	15	37,46
Marzo	4,51	2,95	26,31	15	41,31
Abril	4,73	3,10	30,38	15	45,38
Mayo	4,93	3,23	34,43	15	49,43
Junio	5,11	3,34	38,37	15	53,37
Julio	5,27	3,45	42,11	15	57,11

Dónde:

Ln = lamina neta, CI = coeficiente de infiltración, tr = tiempo de riego (min), Ta = tiempo de avance y Tt = tiempo total de riego (min).

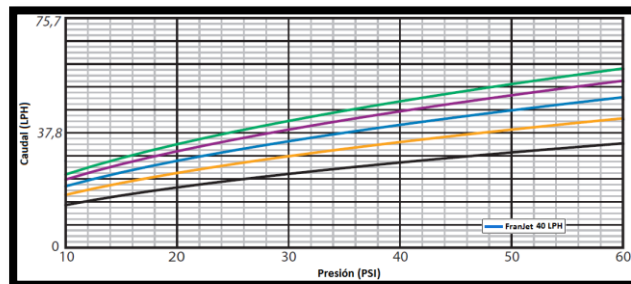
4.4.7 Unidades de riego seleccionados en el diseño

4.4.7.1 Sector Microaspersión

Para las líneas de riego en el sector de microaspersión, se utilizó tubería lisa en polietileno con un diámetro nominal de 16 mm. Los microaspersores tienen un caudal de descarga de 40 lph, se instalaron con un diámetro húmedo de 5 m (foto 13 y grafica 10), Anexo F.



Foto 13. Microaspersor



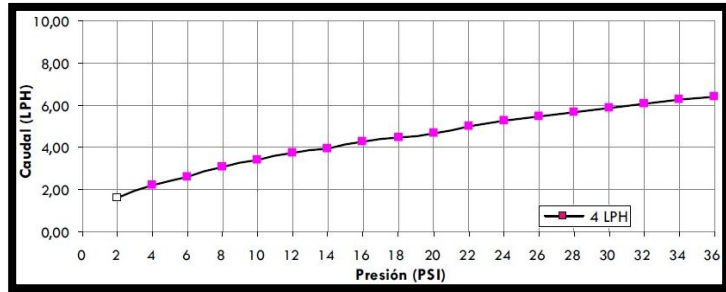
Gráfica 10. Curva Microaspersor Fan Jet Caudal Vs Presión

4.4.7.2 Sector Goteo

En el sector de goteo, se utilizó tubería lisa en polietileno con un diámetro nominal de 16 mm y goteros ubicados cada 30 cm. La unidad de riego, tiene una descarga de 4 lph (foto 14 y gráfica 11), anexo G.



Foto 14. Emisor de flujo turbulento Irriplast E.U 4 LPH.



Gráfica 11. Curva gotero Irriplast E.U Caudal Vs Presión

4.4.7.3 Sector Surcos

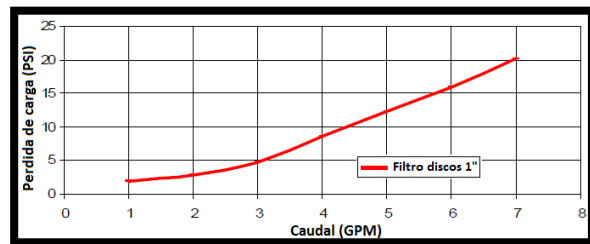
A partir de la información recolectada en las pruebas de campo, se estimaron los parámetros de diseño para el trazado y posterior aplicación del riego por surcos a la plantación del cultivo de maracuyá, buscando alcanzar eficiencias adecuadas de riego y buen manejo de los recursos suelo-agua. Para la determinación de los parámetros de riego por surcos, se hicieron pruebas “*in situ*” de avance, almacenamiento y recesión de agua. Se tienen dos sectores, cada uno con 7 líneas, con válvulas de bola para apertura o cierre total de caudal.

4.4.7.4 Unidad de filtrado

Se instaló la unidad de filtrado en discos de 1”, y durante la prueba hidráulica se revisó y realizó el mantenimiento respectivo para constatar su funcionamiento (foto 15 y grafica 12).



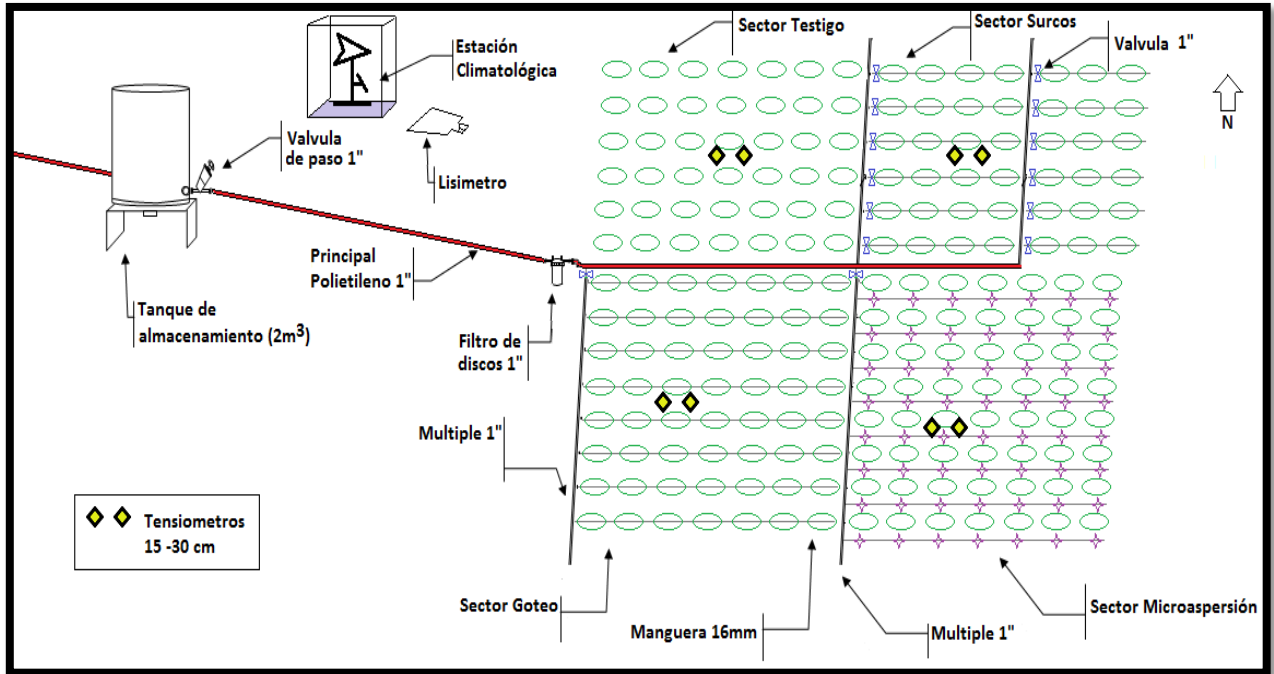
Foto 15. Unidad de filtrado



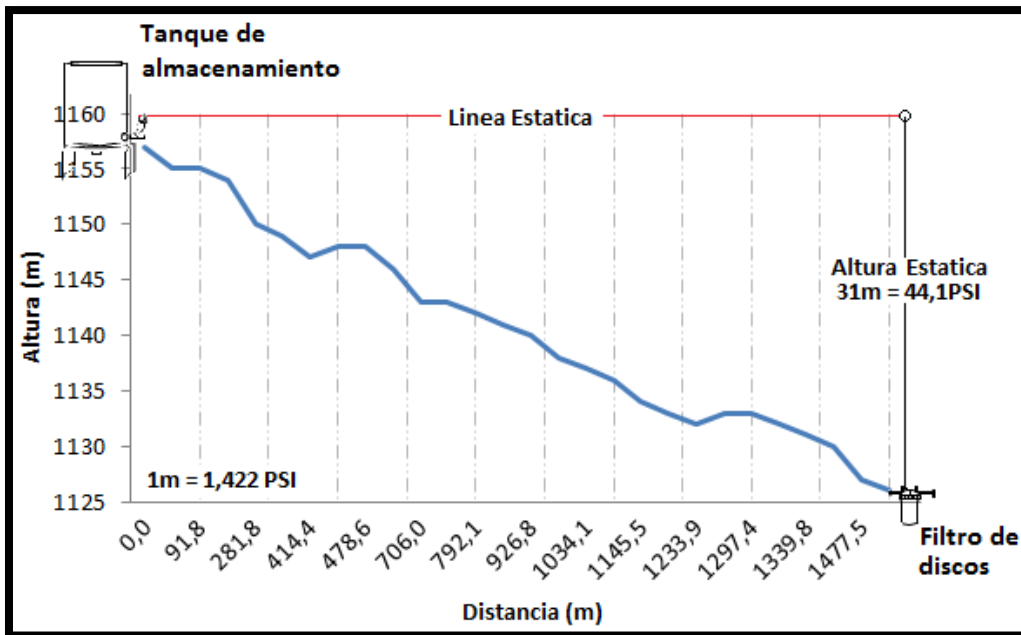
Gráfica 12. Curva filtro discos Caudal Vs Presión

4.4.8 Trazado del sistema de riego

Con base en la experiencia de los agricultores de la zona, se decide adoptar en forma de rectángulo (2,5 x 4) metros, con surcos en sentido en que aparece el sol, de este a oeste con el fin de aprovechar la acción fotosintética de la planta en su conversión de materia inorgánica en materia orgánica gracias a la energía que aporta la luz. Se establecerá el sistema de riego con tres tratamientos: goteo (49 plantas), microaspersión (49 plantas), surcos (49 plantas) y testigo (49 plantas) en un área de 0.25 ha (graficas 13 y 14).



Gráfica 13. Distribución del sistema de riego, Vereda Fátima – municipio de la Plata. Sin escala.



Gráfica 14. Perfil hidráulico de la conducción de la quebrada Barbillas al filtro de discos (Ingreso a sectores de riego).

Al realizar los ajustes al diseño de riego, se procedió a marcar en todo el lote la distribución de las líneas de riego, sectores de riego, unidades de riego, laterales, múltiples, tubería principal, entre otros (fotos 16 y 17) y se dejó el terreno listo para iniciar las excavaciones.



Foto 16. Replanteo de líneas de riego en la Plata



Foto 17. Replanteo línea principal en la Plata

Se definió la distribución del sistema de riego en el lote, se replanteo y dio inicio a la actividad de excavación. La excavación para la tubería principal quedo con una profundidad de 40 cm y 20 cm de ancho, al ser un lote el cual no se le realiza mecanización debido a los cultivos que allí se siembran. Los laterales y múltiples se dejaron a una profundidad de 30 cm y 20 cm de ancho (fotos 18 y 19).



Foto 18. Excavación de múltiples y laterales.



Foto 19. Excavación de líneas de riego.

4.5 MANEJO AGRONOMICO EN AREA EXPERIMENTAL

4.5.1 Selección del material vegetal

Para la selección del material vegetal de siembra se tuvo en cuenta cada uno de los parámetros establecidos en el protocolo de propagación de la Corporación Cepass Huila. De esta manera se colectaron frutos de Maracuyá de un predio altamente productivo, ubicado en el Municipio de Paicol, vereda Matanzas, finca de propiedad del señor Gerardo Medina; en la cual se seleccionaron plantas por parámetros de sanidad, productividad, uniformidad, tamaño de fruto, color y llenado; posteriormente se procedió a la extracción, secado y almacenamiento de las semillas en el laboratorio de suelos de la Universidad Surcolombiana.

4.5.2 Propagación del material vegetal

El proceso de propagación del maracuyá se realizó en el vivero Serviplantulas, ubicado en el Municipio de Garzón - Huila; al cual se le entregaron las semilla de maracuyá colectadas y se sembraron en bandejas de 50 cavidades, utilizando como sustrato la turba Klasman; una vez el material se encontraba con una altura de 20 cm, se llevó a campo (foto 20).



Foto 20. Material vegetal de Maracuyá con 15 días en vivero.

4.5.3 Preparación del lote y siembra

Para el desarrollo de esta actividad el equipo del proyecto realizó un trabajo conjunto con el dueño del predio, que consistió en un monitoreo de campo y ejecución de las siguientes actividades (Tabla 10).

Tabla 10. Actividades en siembra del material vegetal en el municipio de la Plata

ACTIVIDAD	INSUMO/CANTIDAD
Control de malezas con herbicida	Glifosato (150 CC/20 lit.)
Muestreo de suelos	Bolsas plásticas, baldes, barreno, palines y azadón.
Trazado	Cinta métrica, varas de 4 metros y cono de hilo
Ahoyado	Palines y azadones
Desinfección del lote	Basamid 50 g/sitio
Aplicación de enmiendas	1 Kg de cal dolomita
Aplicación de enmiendas	Materia orgánica 2 Kg/sitio
Fertilización de fondo	50 g de DAP/sitio
Siembra del material vegetal	Plántulas de Maracuyá
Inoculación de productos biológicos	Micorrizas 20 g/sitio, Fitoderma y Paecylomices 40 g/20 lit.

4.5.4 Sistema de tutorado

Los productores de la zona han implementado el cultivo de Maracuyá bajo la modalidad de “espaldera”, cuyas bondades en las labores de manejo sanitario y cosecha les ha permitido ser competitivos. Por eso, se implementó el tutorado en espaldera.

4.5.5 Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades (MIPE)

Una de las mayores limitantes del cultivo es la presión de plagas y enfermedades; agravado por el uso indiscriminado de los insumos agroquímicos en la región. Atendiendo esta problemática, se planteó un manejo integrado de estos problemas fitosanitarios con el uso de alternativas como el

control biológico, labores culturales, trampas y manejo adecuado de productos de síntesis química. Las principales afecciones que se han presentado en el cultivo y su manejo se describen a continuación en la tabla 11.

Tabla 11. Actividades desarrolladas en el manejo integrado de plagas y enfermedades en el Maracuyá

PLAGA	DAÑO CAUSADO	MEDIDA DE CONTROL
Gusano Cosechero	Perdida de área foliar	Control manual y aplicación de sistemín (20 CC/20 Lit.)
Trips	Encrespamiento de terminales y retraso en el crecimiento	Aplicación de Exalt 10 CC/Lit.
Alternaria	Manchas foliares y halos cloróticos. Pérdida total de hojas	Aplicación de Amistar Top (0.5 CC/Lit.) en mezcla con antracol (0.3 g/Lit.)
Antracnosis	Necrosis en el cuello del tallo	

4.6 CRECIMIENTO DE LAS RAÍCES DE MARACUYÁ

La especie presenta raíces fibrosas, fasciculadas y poco profundas con una raíz primaria de escaso crecimiento, de donde se deriva un gran número de raíces secundarias (Bernal, 1990). Se hizo seguimiento mensual a las plantas del proyecto (foto 21 y 22), mediante pruebas destructivas midiendo su crecimiento/profundidad (anexo K).

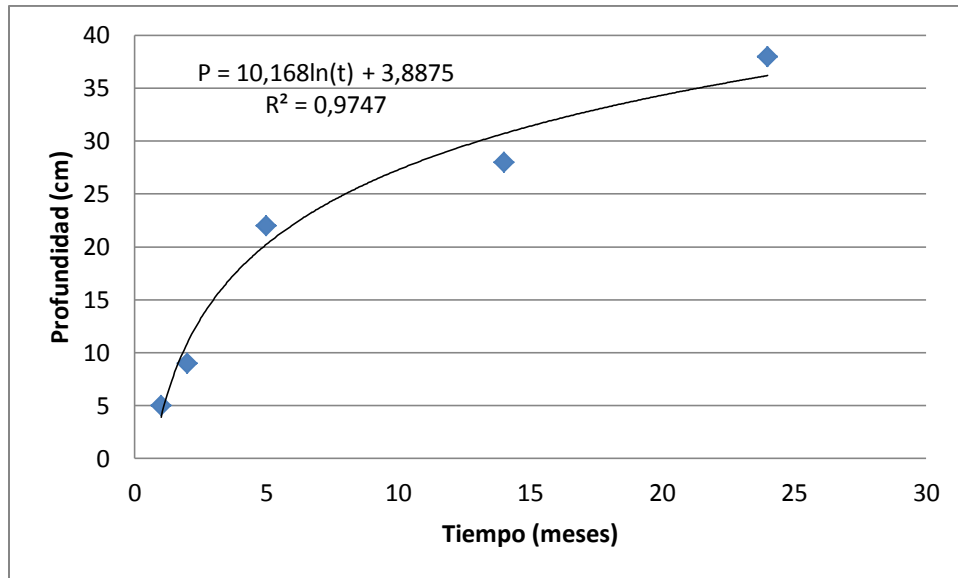


Foto 21. Raíz del maracuyá de 5 meses.



Foto 22. Raíz del maracuyá de 12 meses.

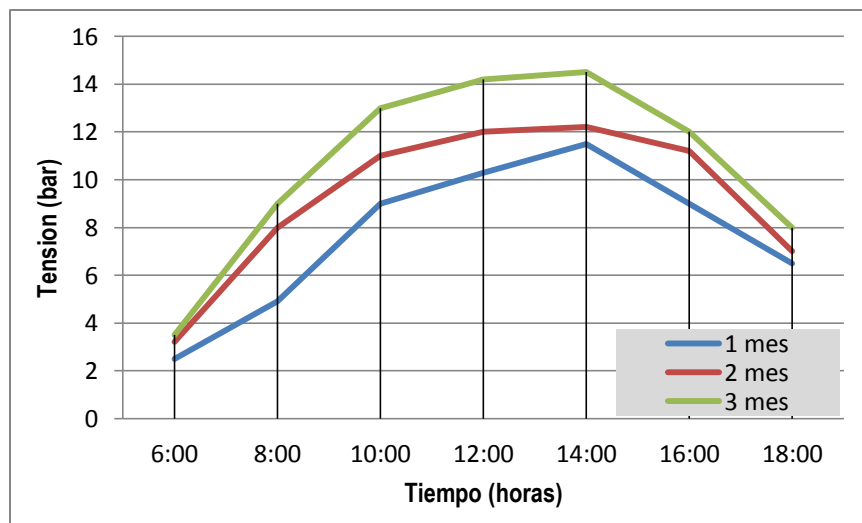
Se ajustó el crecimiento de la raíz del maracuyá a la curva de mejor regresión lineal, correspondiendo ésta a un crecimiento logarítmico con un coeficiente de determinación de 0.9747. Se presenta en el grafico 15 la función de crecimiento en cm dado el tiempo en mes.



Gráfica 15. Crecimiento efectivo radicular del Maracuyá.

4.7 POTENCIAL HÍDRICO EN LAS HOJAS DE MARACUYÁ

Se evaluó el movimiento del potencial hídrico de la planta durante tres meses seguidos al mes de siembra (anexo L). A menor disponibilidad de agua en el suelo mayor es la tensión del agua en la planta, en otras palabras el potencial hídrico disminuye. Dado que la presión medida, corresponde a la tensión del agua en la hoja, el valor obtenido se considera negativo, y corresponde al potencial hídrico xilemático. Mientras más negativo es el potencial hídrico xilemático mayor es el déficit hídrico o estrés que presenta la planta (grafica 16).



Gráfica 16. Cambio del potencial hídrico en tres meses de seguimiento.

Los valores máximos que son los tomados entre las 12:00 y 14:00 horas, indican que la planta se encuentra en estrés moderado, sufriendo con aplicación de riego. En los primeros meses de

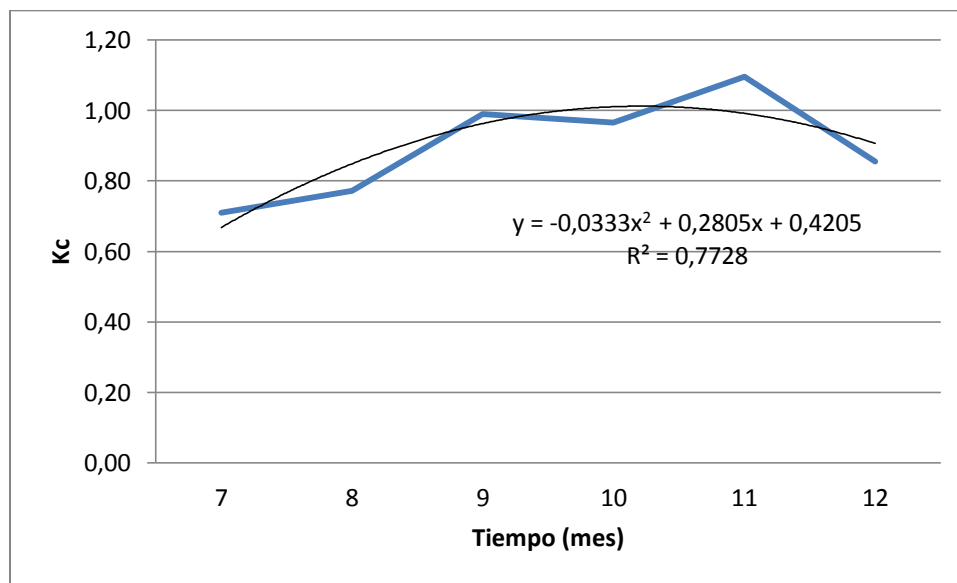
desarrollo de la planta se ve la relación proporcional en la curva de potencial hídrico. Si los valores se presentan por encima de 16 bares, la planta presenta estrés severo.

4.8 COEFICIENTE DEL CULTIVO (Kc)

Realizado el balance hídrico diario en la parcela experimental se determinó el coeficiente empírico Kc, coeficiente útil para estimar la evapotranspiración del cultivo de maracuyá y las dosis de riego a aplicar. Se realizó el ajuste a una regresión tipo polinomio de segundo grado cuyo coeficiente de regresión es de 0.7728 (grafica 17, anexo M).

El periodo de evaluación corresponde a la época de lluvias en el sector, por lo cual no se hizo necesario la aplicación de riego alguno al área experimental, considerando la aplicación de riego cuando el déficit de humedad superara el 50% del agotamiento de la lámina de agua en el suelo.

El valor del coeficiente Kc vario entre 0.7 y 1.1 para el periodo comprendido entre febrero y julio de 2011 correspondiente al periodo vegetativo del cultivo de maracuyá entre 7 y 12 meses de desarrollo fenológico.



Gráfica 17. Curva del Kc para el cultivo de maracuyá.

Teniendo la información de la evapotranspiración potencial obtenida en la estación climatológica automatizada mediante la aplicación de la ecuación Penman-Monteih y la determinación de la evapotranspiración real del cultivo, se determina los requerimientos hídricos mensual y total en el periodo comprendido entre el 7 de febrero y el 7 de julio para un total de 3692,8 m³ de agua por hectárea (tabla 12).

Tabla 12. Valores de evapotranspiración y requerimientos hídricos (RH) durante el periodo de estudio

MES	ETo (mm)	ETr (mm)	RH (m ³ /ha)
07 febrero	52.19	37.08	370.8
Marzo	84.88	65.47	654.7
Abril	82.03	81.04	810.4
Mayo	83.3	80.46	804.6
Junio	80.54	88.20	882.0
07 Julio	19.93	17.04	170.4
		Total	3692.9

4.9 EVALUACIÓN, IDENTIFICACIÓN Y PONDERACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

Para la identificación de impactos ambientales se utilizó el método matriz de Leopold y para la ponderación de los mismos impactos se utilizó el método de calificación ambiental de Arboleda.

El método de la matriz de Leopold adaptada y reducida al caso específico del proyecto, se detalla en el anexo K. La identificación de los impactos ambientales se hizo teniendo en cuenta las interacciones que ocurrieron entre los ejes horizontales y verticales de la matriz, los cuales corresponden respectivamente a los Recursos, Características y Factores Ambientales del área de influencia vs. Las Obras, Acciones y Actividades del Proyecto.

Una vez desarrollada la matriz de Leopold (ver anexo O), se clasifican las obras, los factores ambientales e impactos positivos y negativos identificados y seleccionados, según el grado de afectación (1°, 2°, 3°) de los mismos. Teniendo en cuenta esto, las obras y acciones clasificadas como de primer grado de afectación son: excavación y tapado de zanjas para tubería, construcción de un tanque de almacenamiento, Adecuación riego por goteo y microaspersión y Adecuación riego por surcos.

Los factores ambientales también pertenecientes al primer grado de afectación son:

- Suelo
- Quebrada barbillas
- Flora
- Empleo

Los impactos positivos potenciales, seleccionados como de primer grado de afectación son:

- Incremento de ingresos
- Disponibilidad del recurso hídrico en el predio
- Aplicación del recurso hídrico de forma oportuna y necesaria
- Valoración de la tierra
- Generación de empleo

Entre los impactos negativos posibles de primer orden de afectación están:

- Degradación del suelo por erosión
- Remoción y volteo de horizontes de suelo

- Deterioro paisajístico
- Disminución de caudal aguas abajo
- Sobreexplotación de suelos y Salinización

Para la comprobación de impactos ambientales del proyecto, se tuvieron en cuenta los siguientes escenarios ambientales: Sin cultivo Maracuyá y sin riego (Smr), Con Cultivo Maracuyá sin riego (CMr) y Con Cultivo Maracuyá y con riego (CMR). La comprobación de escenarios ambientales y su respectiva calificación se realizó siguiendo la metodología de Arboleda (ver anexo P).

De acuerdo con la importancia ambiental obtenida para cada impacto se determinó un orden de viabilidad ambiental, cuyo resultado es el siguiente:

1. Con Cultivo Maracuyá y con riego (CMR).
2. Con Cultivo Maracuyá sin riego (CMr).
3. Sin cultivo Maracuyá y sin riego (Smr).

El escenario con PMA fue clasificado como de primer orden de viabilidad, porque el valor de la importancia ambiental para cada uno de los ocho impactos positivos generadores de beneficios en la comunidad fue superior al de los demás escenarios así: en CMR, tres impactos de importancia alta, cuatro de media, uno de importancia baja; en CMr, ocho de importancia muy baja; y en el escenario Smr, dos de importancia alta, cuatro de importancia media, y dos de importancia baja. Otra razón fue, que los impactos negativos provocados por el proyecto, tres en total, con la aplicación del proyecto con cultivo y con riego permite controlarlos, manejarlos o minimizarlos.

De acuerdo con lo expresado anteriormente, se puede decir que el proyecto es viable desde el punto de vista ambiental, siendo preferible la aplicación con cultivo Maracuyá y con riego, según el método de Arboleda.

4.10 EVALUACIÓN TÉCNICA DE RIEGO

Para la evaluación técnica de los sistemas de riego (goteo, microaspersión y surcos) se aforaron durante el tiempo de estudio comparando el caudal práctico ($Q_{práctico}$) contra el caudal teórico ($Q_{teórico}$).

4.10.1 Surcos

$$Q_{practico} = 21,8 \frac{cm^3}{seg} = 0,0218 \frac{lt}{seg}$$

$$S = \frac{\Delta H}{L} = \frac{1124 - 1123}{17,69} = 5,62 \%$$

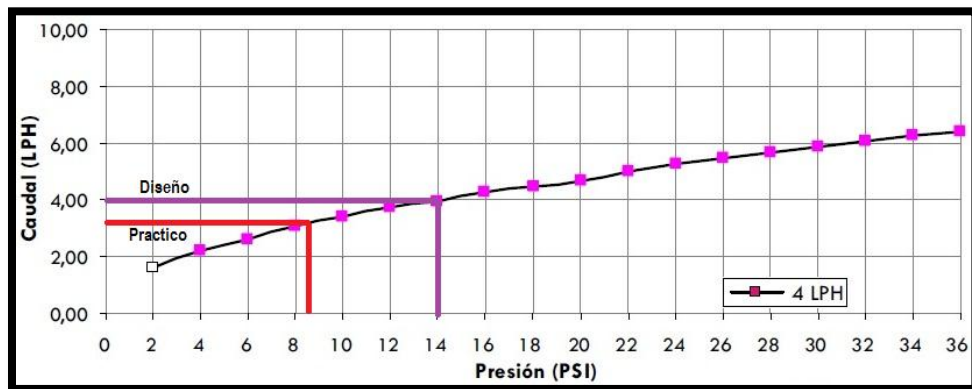
$$Q_{máximo\ no\ erosivo\ teorico} = \frac{0,63}{S(\%)} = \frac{0,63}{5,62} = 0,112 \frac{lt}{seg}$$

$$Q_{\text{m\u00e1ximo no erosivo teorico}} = \frac{0,112 \frac{lt}{seg}}{2} = 0,0560 \frac{lt}{seg}$$

4.10.2 Goteo

$$Q_{\text{practico}} = 3,13 \frac{lt}{hora}$$

$$Q_{\text{dise\u00f1o}} = 4 \frac{lt}{hora}$$

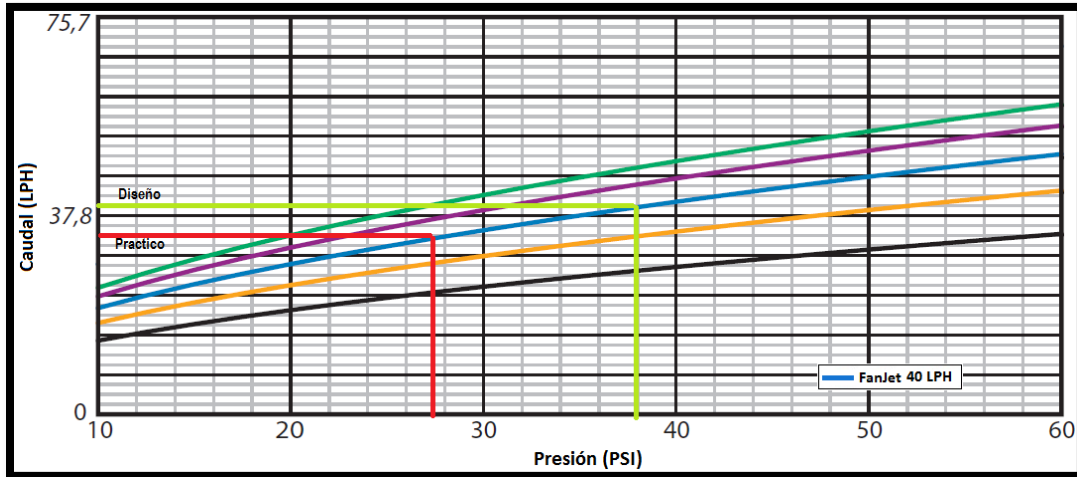


Gr\u00e1fica 18. Caudal practico con caudal te\u00f3rico en curva goteo.

4.10.3 Microaspersi\u00f3n

$$Q_{\text{practico}} = 34,24 \frac{lt}{hora}$$

$$Q_{\text{dise\u00f1o}} = 40 \frac{lt}{hora}$$



Gráfica 19. Caudal practico con caudal teórico en curva microaspersión.

4.10.4 Comparación sistemas de riego

MÉTODO	Q_{teorico} (lph)	Q_{practico} (lph)	Diferencia
Surcos	201,6	78,48	123,12
Goteo	4	3,13	0,87
Microaspersión	40	34,24	5,76

5. CONCLUSIONES

El suelo es de textura franco arcillosa a arcillosa en profundidad a partir de los 25 cm, con alta retención de humedad y agua aprovechable para las plantas del 25.13%.

El origen del suelo ígneo-sedimentario en posición de terraza sobre el sector bajo de un abanico coluvio-aluvial del flanco oriental de la cordillera central, cuya carácter del suelos es medianamente ácido, contenido bajo de materia orgánica, alta retención de fosforo y capacidad de intercambio catiónico media a alta. Estas características infieren el requerimiento de un plan de fertilización con base a abonos orgánico-minerales para hacer sostenible la productividad y el mantenimiento de los rendimientos en la producción del cultivo de maracuyá.

El clima ambiental de la zona de estudio según Holdridge es Bosque Seco Tropical (B-ST), con un régimen bimodal y déficit hídrico en los meses de julio, agosto y septiembre, siendo este periodo el de mayor evaporación. Se presenta una precipitación promedio de 1500 mm/año y temperatura media de 22,3°C, según reporte de los últimos 20 años. La zona presenta menor brillo solar en los meses de marzo y abril con 3,5 hr/día, mientras que en los meses de diciembre y enero presenta el mayor brillo solar con 4,7 hr/día. La humedad relativa es alta, especialmente en los meses de diciembre y enero con 85%.

El uso de tensiómetros a diversas profundidades del suelo no permitió el seguimiento y el control de la humedad en el área experimental del cultivo del maracuyá para la presente investigación, en razón del periodo de lluvias presentado durante los meses de febrero a julio de 2011. El tensiómetro no es funcional bajo condiciones de régimen de humedad del suelo údico o ácuico, es decir tiene escasa sensibilidad en condiciones de humedad cercanas o superiores al coeficiente de humedad de capacidad de campo.

Las raíces del cultivo de maracuyá son fibrosas y poco profundas alcanzando profundidad máxima de 37 cm a los dos primeros años de su desarrollo vegetativo. Durante la etapa inicial del cultivo, primeros 5 meses, el crecimiento de la raíz es rápido explorando los primeros 20 cm de profundidad del suelo.

La evapotranspiración potencial promedia del cultivo de maracuyá es de 82.68 mm/mes, correspondiente a un requerimiento máximo de riego al cultivo de 826.8 m³ de agua/ha –mes.

La evapotranspiración real del cultivo de maracuyá es de 78.79 mm/mes, correspondiente a un requerimiento hídrico dado de 787.9 m³ de agua/ha-mes.

El coeficiente empírico del cultivo de maracuyá vario entre 0.7 y 1.1 en el periodo vegetativo de 7 a 12 meses, correspondiente al periodo de la presente investigación transcurrido entre el 7 de febrero y el 7 de julio del 2011.

El requerimiento hídrico para el cultivo de maracuyá es de 3692,9 m³/ha en el periodo de estudio comprendido entre el 07 de febrero y el 07 de julio.

La evaluación económica de la aplicación de riego en el cultivo de maracuyá resultó con una relación beneficio – costo (B/C) igual a 5, es decir la inclusión de riego genera una importante retribución en la rentabilidad de la producción del cultivo.

La evaluación ambiental indico que los factores suelo, quebrada Barbillas, flora y empleo se afectan con la adecuación del proyecto, generando impactos positivos como valoración de la tierra, aplicación del recurso hídrico en el predio, incremento de ingresos y generación de empleo generando viabilidad ambiental para su implementación.

6. RECOMENDACIONES

- Es necesario continuar la investigación para cubrir el total del periodo vegetativo del cultivo de maracuyá para determinar la evapotranspiración potencial, la evapotranspiración real y el factor empírico del cultivo K_c .
- Se sugiere hacer seguimiento continuo de la humedad del suelo a diferentes profundidades con sensores de humedad debidamente calibrados y automatizados para lecturas horarias.
- Calibrar semanal o quincenalmente la humedad del suelo tomando como referencia el método de la estufa y con mínimo tres repeticiones de lectura.
- Utilizar el lisímetro en el área experimental para los balances hídricos y evaluar las cuantías de percolación por lluvia o riego en la parcela.
- Se recomienda realizar un nuevo análisis químico completo del suelo para verificar los cambios y verificar las bases de intercambio del suelo, ya que los resultados muestran diferencias importantes no explicables.
- Ajustar el procedimiento metodológico para la medición y evaluación del potencial hídrico de las plantas, como la utilidad de la información para el balance hídrico del continuum agua-suelo-planta-atmosfera.

7. BIBLIOGRAFIA

Araujo, Mario y Fierro Armando. Evaluación de Impacto Ambiental de los proyectos de conservación de recursos hídricos en fincas, lideradas por HOCOL en el norte del Huila (Bosques de guadua, Protección de nacederos y Construcción de reservorios de agua). 2006. 180 p. trabajo de grado (Especialista en Ingeniería Ambiental). Universidad Surcolombiana. Facultad de ingeniería.

Castro, H. E., G. E. Cely, S. N. Vásquez. 2009. Criterios Técnicos para un manejo eficiente del riego en cebolla de bulbo. Distrito de riego del Alto Chicamocha- Boyacá. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia- Uptc.

Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal - CENTA, 2002. Guía Técnica Cultivo de Maracuyá Amarillo.

Cifuentes P., Miguel G. 2008. Metodología para el cálculo de Talleres referentes a Riego por Microaspersión, Neiva, Huila, Colombia.

Cifuentes P., Miguel G. 2006. INGENIERÍA DE RIEGOS Y OBRAS CIVILES LTDA. Instalación, Administración, Operación, y Mantenimiento, Proyectos de irrigación a pequeña escala, Neiva, Huila, Colombia.

Consejo Departamental de Ciencia y Tecnología- CODECYT, 2007. Nutrición y Fertilización del Maracuyá, Gobernación del Huila, Departamento de planeación del Huila.

Gobernación del Huila Secretaria de Agricultores y Minería, Cadena Productiva Frutícola, 2006. Manual técnico del cultivo de maracuyá (*Passiflora edulis L*) en el Departamento del Huila.

Ingeniería de Riegos y Obras civiles; 2006. Capacitación en Instalación, Operación, Administración y Mantenimiento de Distritos de Riego a Pequeña Escala para Fontaneros;

Miranda D., Fischer G., Carranza C., Magnitskiy S., Casierra F., Piedrahíta W. y Flórez L. 2009. Cultivo, poscosecha y comercialización de las pasifloráceas en Colombia: maracuyá, granadilla, gulupa y curuba. Bogotá, Colombia.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO, 2006, Evapotranspiración del cultivo: Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos, Manual No. 56.

Salazar M., Carlos A. y Aragon T., Julio C. 2008. Métodos de Riego en Cultivos bajo cobertizo. Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. Medellín, Colombia.

Torrente, A. 2011. Potencial de agua en el suelo y su relación hídrica en los cultivos de pasifloras, Granadilla (*Passiflora Ligularis Juss*) y Maracuyá (*Passiflora edulis*) en el Huila. 113 p. Editorial Litocentral Ltda. Neiva – Huila.

ANEXOS

Anexo A. Registros áreas experimentales

REGISTRO AREA EXPERIMENTAL 001	
Fecha de visita	19-02-2010
Departamento	Huila
Municipio	La Plata
Vereda	Fátima
Altitud(msnm)	1122
Coordenadas	ESTE 795808, NORTE 755792
Fase del cultivo	Producción
Régimen de humedad	Údico
Régimen de temperatura	Isotérmico
Nombre de la finca	Lote
Propietario	Jose Dario Forero
No.Telefónico	3112305803
Cultivo	Maracuyá (<i>Passiflora edullis</i> variedad <i>flavicarpa</i>)
Área sembrada	3.5 ha
Área para cultivar	Si
Suelo	Franco, bien estructurado, buena porosidad, facilidad de infiltración, media retención de humedad, porcentaje medio de materia orgánica
Clima	Medio húmedo
Fuente de agua	Quebrada Barbillas
Agua suministrada al lote	Si
Sistema de Riego	Microtubo-goteo 5mm
Tiempo de riego	0
Precipitación	Frecuente
Nivel de seguridad	Deficiente
Disponibilidad de tiempo	Si
Análisis de suelo	Si
Experiencia en El cultivo	8años
Plagas o/y enfermedades	Caracola-Alteraria-Trips
Acceso al sitio	Bueno
Suministro de energía	Eléctrica
Interés del propietario	Si
Distancia al casco urbano	500m a La Plata
Asistencia técnica	Si- SAT
Sistema de tutorado	Espalderas
Distancia de siembra	4m x 2.5m
OBSERVACIONES	Demostró interés y disponibilidad de participar en la investigación. Cultivo con buen mantenimiento y estado fitosanitario.

REGISTRO AREA EXPERIMENTAL 002	
Fecha de visita	18-02-2010
Departamento	Huila
Municipio	Paicol
Vereda	Matanza
Altitud (msnm)	904
Coordenadas	Norte 02°27.853' Oeste 075°50.80'
Fase del cultivo	Producción
Régimen de humedad	Ustico
Régimen de temperatura	Isotérmico
Nombre de la finca	La Vega
Propietario	Gerardo Medina Quintero
# Telefónico	314 369 55 18
Cultivo	Maracuyá (<i>Passiflora edullis</i> variedad <i>flavicarpa</i>)
Área sembrada	9 hectáreas
Área para cultivar	5 hectáreas
Suelo	Franco, bien estructurado, buena porosidad, facilidad del movimiento de agua por medio de infiltración, buena retención de humedad, buena materia orgánica
Clima	Cálido seco
Fuente de agua	Río Paez
Agua suministrada al lote	50 LPH
Sistema de riego	Bombeo- surco (gravedad)
Tiempo de riego	6 días para las 9 Ha
Precipitación	Bimodal
Nivel de seguridad	Bueno
Disponibilidad de tiempo	Si
Análisis de suelo	No
Experiencia en El cultivo	28 años
Plagas o/y enfermedades	arañas, trips, secadora, la caracola
Acceso al sitio	Pendiente pronunciada
Suministro de energía eléctrica	No
Interés Del propietario	Si
Distancia de La finca al casco urbano	10 Km a La Plata
Asistencia técnica	No
Sistema de tutorado	Emparrado
Distancia de siembra	5 m x 6m
OBSERVACIONES:	Demostó interés y disponibilidad de realizar investigación por parte del propietario. El cultivo se encuentra con buen mantenimiento y estado fitosanitario.

REGISTRO AREA EXPERIMENTAL 003	
Fecha de visita	18-02-2010
Departamento	Huila
Municipio	La Plata
Vereda	El Cabuyal
Altitud (msnm)	1100
Coordenadas	Norte 02°24.213' Oeste 075°53.10'
Fase del cultivo	Plántulas
Régimen de humedad	Ustico
Régimen de temperatura	Isotérmico
Nombre de la finca	Museñas
Propietario	Araceli Ramírez Tejada
# Telefónico	314 22 99 573
Cultivo	Maracuyá (<i>Passiflora edullis</i> variedad <i>flavicarpa</i>)
Área sembrada	1 Ha
Área para cultivar	No
Suelo	Franco, bien estructurado, buena porosidad, facilidad del movimiento de agua por medio de infiltración, buena retención de humedad, buena materia orgánica
Clima	Cálido seco
Fuente de agua	Acueducto- Tanque de almacenamiento
Agua suministrada al lote	No
Sistema de riego	No
Tiempo de riego	No
Precipitación	bimodal
Nivel de seguridad	Malo
Disponibilidad de tiempo	No
Análisis de suelo	No
Experiencia en El cultivo	10 años
Plagas o/y enfermedades	No
Acceso al sitio	Bueno
Suministro de energía eléctrica	Si
Interés Del propietario	No
Distancia de La finca al casco urbano	1 km a La Plata
Asistencia técnica	Si- SAT
Sistema de tutorado	Espalderas
Distancia de siembra	3m x 2.5m
OBSERVACIONES:	No demostró interés, ni disponibilidad de realizar investigación por parte del propietario. El cultivo se encuentra en fase de plántula con deficiente estado de mantenimiento.

Anexo B. Descripción del perfil de suelo área experimental la plata.

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA		
DESCRIPCION DE CALICATAS		
GRUPO DE HIDROINGENIERIA Y DESARROLLO AGROPECUARIO GHIDA		
Proyecto: Proyecto 406 Cepas- GHIDA-Colciencias	Perfil: 1	
Unidad Cartográfica: Consociación La Plata	Fecha: 12 mayo de 2010	
Departamento: Huila	Municipio: La Plata	
Localización Geográfica: 2°23'19.9" N – 75°54'545" W		
Altura: 1134 msnm		
Posición Geomorfológica: Pie de monte abanico aluvial		
Localización del Perfil en la Pos. Geomor: Parte baja - pie	Forma: Ondulado	
Relieve: Semiplano	Pendiente: 6 - 8%	
Tipo de Topografía Vecina: Montaña – Ondulado a Quebrado		
Temperatura: Edáfica: 24°C	Ambiental: 27°C	Nivel Freático: > 1m
Precipitación Promedia Anual: 1500mm	Distribución:	
Material Geológico: Igneo - Sedimentario		
Evidencias de Erosión: No		
Vegetación Naturales: Cobertura de pasto de porte bajo, guayabo, dinde, sangregado		
Uso Actual e Intensidad: Pastos Naturales (potrero)		
Material Parental: Areniscas y arcilblitas		
Régimen de Humedad del Suelo: Ustico	Temperatura: Isotérmico	
Profundidad Efectiva: 65 cm	Limitante de profundidad: Arcillas	
Límite de Profundidad : 1,20 cm roca fragmentos		
Humedad Actual del Perfil: seco de a cm Húmedo de 0 a 100 cm		
Drenaje Externo: Lento	Drenaje Interno: Lento	Drenaje Natural: perfecto
Clase y Grado de Erosión: No		
Epipedón: Hzte. Subsuperficial:		
Taxonomía del perfil:		
Orden: Alfisoles		
Suborden: Ustales		
Gran grupo: argilico		
Sub grupo: andic		
Clase Agrologica: II – Conservación de suelo		
Identificar Factores y Procesos Genéticos más Importantes: Acumulación de arcillas, depósitos aluviales.		

DESCRIPCIÓN CALICATA GRUPO GHIDA USCO									
Profundidad y Nomenclatura			En Mojado				Estructura		
1°Hte	0-20cm	Ap1	Pegajosidad				Tipo		
2°Hte	20-35cm	A2	No Pegajosa				BA. Bloq. Angular		
3°Hte	35-72cm	B	Lig. Pegajosa				BS. Bloq Subangular		
4°Hte	72cm - x	C	Pegajosa				Gr. Granular		
Límites entre Horizontes			Muy pegajosa				Pr. Prismatica		
Nitidez			Textura				Cl. Columnar		
A. Abrupta			1° Horizonte				La. Laminar		
C. Clara	x		2° Horizonte				Se. Sin Estructura		
G. Gradual			3° Horizonte				Clase		
D. Difusa	x		4° Horizonte				MF. Muy Fina		
Topografía			Modificaciones de la textura				MF.F Muy Fina a Fina		
P. Plana	x x x		LG. Lige. Gravoso(<15%)				F. Fina		
O. Ondulada			G. Gravoso(15-35%)				FM. Fina a Mediana		
I. Irregular			MG. Muy Gravoso(35-60%)				M. Mediana		
Q. Quebrada			EG. Ext. Gravoso(>60%)				MG. Mediana a Gruesa		
Color de la Matriz			LC. Lig. Cascajoso				G. Gruesa		
En Húmedo			C. Cascajoso				MG. Muy Gruesa		
1° Horizonte	5yR-3/2		MC. Muy Cascajoso				Grado		
2° Horizonte	5YR-3/1		EC. Ext Cascajoso				Md. Muy Debil		
3° Horizonte	5YR-4/1		LP. Lig. Pedregoso				D. Debil		
4° Horizonte	10YR-4/6		P. Pedregoso				DM. Debil a Mod.		
En Seco			MP. Muy Pedregoso				M. Mod.		
1° Horizonte			EP. Ext. Pedregoso				MF. Mod a Fuerte		
2° Horizonte			PG. Piroclast Gruesos				F Fuerte		
3° Horizonte			PF. Piroclastos Finos				M. Masiva		

4° Horizonte		Poros				GS Grano Suelto				
Color de las Manchas		Cantidad				Cutanes No				
1° Horizonte	no tiene	P. Pocos			X	Naturaleza				
		F. Frecuentes				De Arcilla				
2° Horizonte	no tiene	M. Muchos	X	X	X	De Arcilla a Oxido Fe				
		Orientación				De Arcilla y M.O				
3° Horizonte	no tiene	V Verticales				De Sesquióxidos				
		H. Horizontales				Oxidos a Hidróxidos				
4° Horizonte	dark gray	O. Oblicuos				Sales Solubles				
		C. Caoticos	X	X	X	Sílicas				
Abundancia		Tamaño				De M.O y Arcilla				
1. Pocas(<2%)		01 Muy Finos(0.075-1mm)				No Registrados				
2. Frecuentes		02 Finos		X	X	Cantidad				
3. Muchas (>20%)		03 Finos y Medianos	X		X	Pocos(<10%)				
		04 Medianos				Comunes				
Tamaño		05 Medianos y Gruesos				Muchos(>50%)				
1. Pequeñas (<5mm)		06 Gruesos (>5mm)				Espesor				
2. Pequeñas a med.		Continuidad				Delgados(0.5mm)				
3. Medias		C Continuos	X	X	X	Espesos				
4. Medias a Gruesas		D. Discontínuos				Muy Espesos(1mm)				
5. Gruesas(>5mm)		Morfología				Ubicación				
Contraste		Vs. Vesiculares				En caras Horizontales				
1. Poco contraste		In. Intersticiales	X	X	X	En Horiz Verticales				
2. Contraste		Tu. Tubulares				En los Peds y piedras				
3. Muy contrastadas		Modificadores (para poros Tubulares)				En Todo el Horizonte				
Consistencia		01 Simples				En canales y poros				
En Húmedo		02 Dendrícos				Puentes entre granos are				
F. Friable	X	03 Abiertos				Sobre Arenas y Gravas				
MF. Muy Friable		04 Cerrados				Sobre Nódulos				
Fr. Firme		Plasticidad				Sin especificar				
MFr. Muy Firme		No Plástica				Actividad de Microorganismos				
EF.Ext. Firme		Lig. Plástica	X			01 No Hay			X	
En Seco		Plástica		X	X	02 Poca		X		
Suelta		Muy Plástica				03 Regular		X		
Blanda		Tixotropia				04 Mucha	X			
Lig. Dura		Débil				Especies:				
Dura		Fuerte								
Muy Dura										

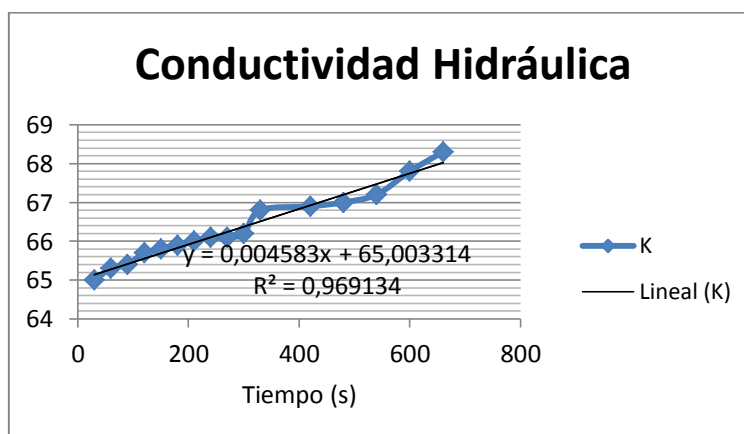
DESCRIPCIÓN CALICATA GRUPO GHIDA USCO									
Raíces				Rasgos Pedológicos No					
Cantidad									
01 No Hay				X	N. Nódulos				
02 Pocas					C. Concreciones				
03 Regulares		X	X		Y. Cristales				
04 Abundantes	X				P. Polvo				
					V. Plintita				
Tamaño					Composición				
MF. Muy Finas (1mm)					Ca. Carbonato				Observaciones: El suelo por su origen presenta una alta variabilidad espacial en los cortos trayectos del área experimental. Desde la parte alta, con suelos profundos en acumulación de arcillas, hasta suelos en la parte baja, con depósitos sucesivos de grava, arena y arcilla en sus horizontes pedogeneticos.
F. Finas (1-2mm)	X	X			Ar. Arcilla				
M. Medianas	X		X		Ye. Yeso				
G. Gruesas (5mm)			X		Si. Silice				
Distribución					Fe. Hierro				
N. Normal	X	X			Mn. Manganeso				
A. Anormal					Al. Aluminio				
Estado					Sl. Sal				
V. Vivas	X	X	X		Cantidad				
M. Muertas					01 Pocos (2%)				
					02 Frecuentes				
					03 Muchos (20%)				
Fragmentos Gruesos No					Tamaño				
Cantidad					F. Fino (2mm)				
01 No Hay	X	X		X	M. Medio (2-5mm)				
02 Muy Pocas (5%)					G. Grueso (5-20mm)				
03 Pocas(5-15%)					MG. Muy Grueso				
04 Frecuentes			X		EG. Ext. Grueso (76mm)				
05 Abundantes(35%)									
Tamaño									

01 Gravilla	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Forma R. Redondeado C. Cilíndrica L. Laminar I. Irregular	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Perfil Topográfico:
02 Cascajo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
03 Piedra	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
04 Pedregón	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Formas					Consistencia Du. Dura Bl. Blanda	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
01 Angular	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
02 Redondeada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
03 Aplanada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Distribución U. Uniforme I. Irregular	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Alteración							
01 No Alterados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
02 Meteorizados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	pH 1° Horizonte 2° Horizonte 3° Horizonte 4° Horizonte	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
03 FuerónMeteoriza.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Naturaleza							
IG. Igneos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
MF. Metamórfica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Materiales de suelos orgánicos F. Fibrico H. Hémico S. Sáprico L. Límnico O. Sin Identificación	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
SD. Sedimentarias	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Cementación No							
Grado					Composición A. Fibra no Alterada R. Fibra Alterada W. Lodos H. Hierba C. Tierra Coprógena D. Tierra Diatomea M. Marga F. Ferrihúmicos N. Humiluricos L. Sulfídicos S. Sphagnum O. Otros materiales	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
DB. Débil	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
MD. Moderado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
FE. Fuerte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Agente Cementante							
01 Hierro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
02 Hierro y M.O	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
03 Silice	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
04 Sílice y CaCO ₃	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Reacciones Grado No. No Hay Lg. Ligera Ft. Fuerte Vi. Violenta		
06 Yeso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Reacciones							
Grado							
No. No Hay	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Reactivo 01al HCL 02 al NaF 03 al N ₂ O ₂		
Lg. Ligera	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Ft. Fuerte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Vi. Violenta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Reactivo							
01al HCL	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
02 al NaF	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
03 al N ₂ O ₂	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			



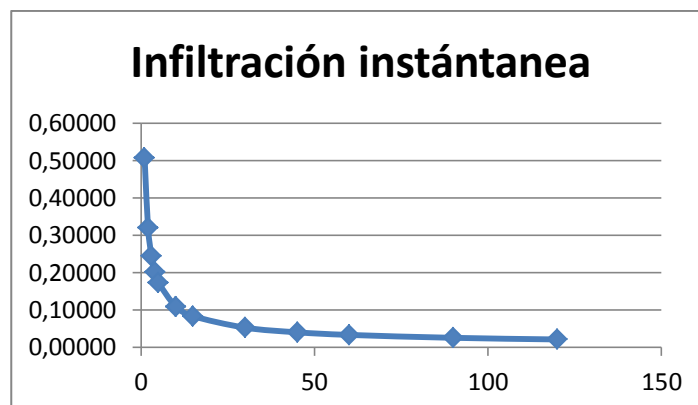
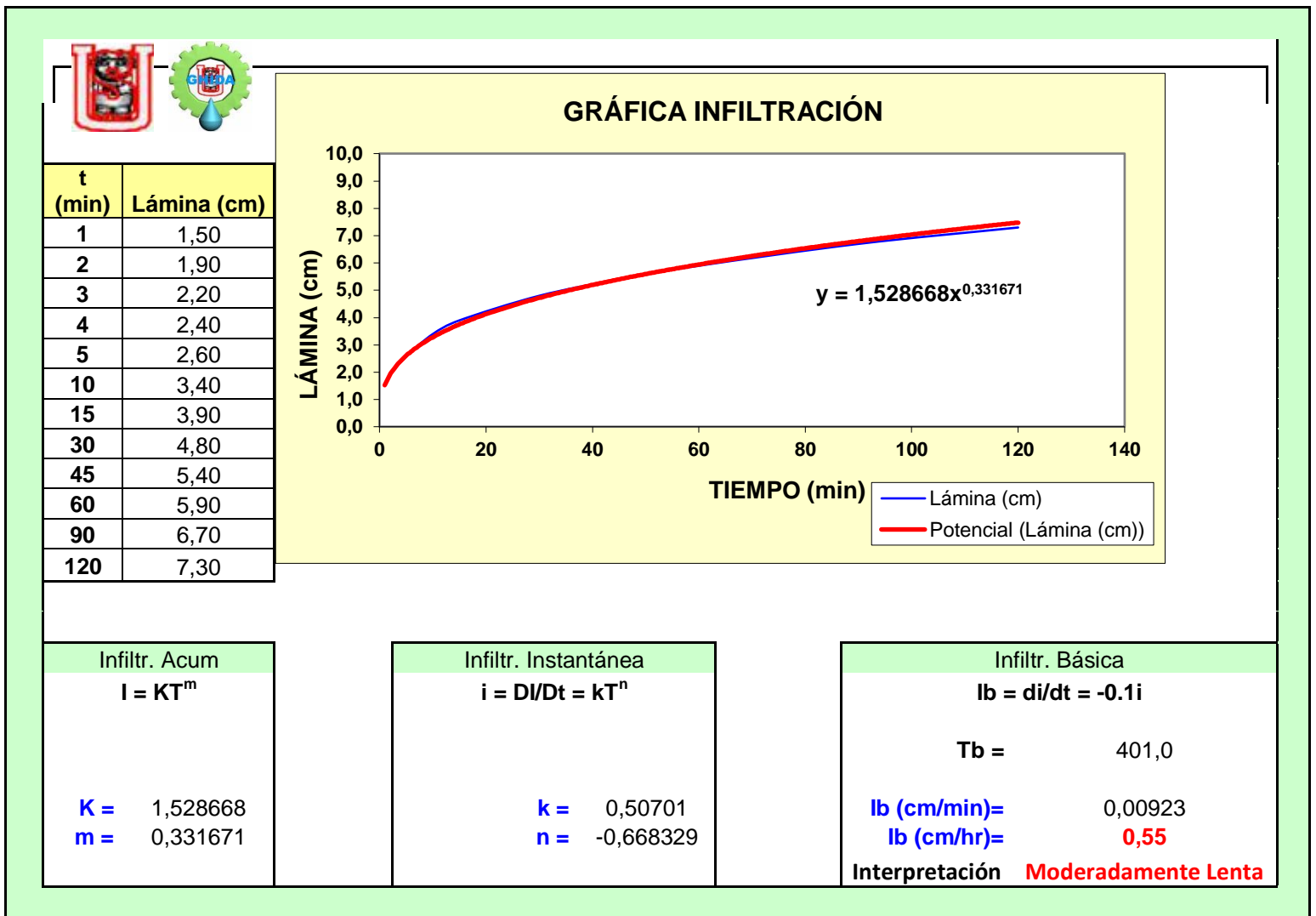
Anexo C. Propiedades hidrodinámicas del suelo área experimental la plata – conductividad hidráulica.

	Tiempo (s, min)	Altura (cm)	Incremento	Acumulado
0	0	0		
30	30	65	65	65
60	60	65,3	0,3	65,3
90	90	65,4	0,1	65,4
120	120	65,7	0,3	65,7
150	150	65,8	0,1	65,8
180	180	65,9	0,1	65,9
210	210	66	0,1	66
240	240	66,1	0,1	66,1
270	270	66,1	0	66,1
300	300	66,2	0,1	66,2
330	330	66,8	0,6	66,8
420	7	66,9	0,1	66,9
480	8	67	0,1	67
540	9	67,2	0,2	67,2
600	10	67,8	0,6	67,8
660	11	68,3	0,5	68,3
720	12	0	68,3	136,6
780	13	0	0	136,6
840	14	0	0	136,6
900	15	0	0	136,6
960	16	0	0	136,6
1020	17	0	0	136,6



K (m/día)	Interpretación
2,27	Moderadamente Rápida

Anexo D. Propiedades hidrodinámicas del suelo área experimental la plata –infiltración.



Anexo E. Balance hídrico

MES: FEBRERO		AÑO: 2011				
DIA	LAS (mm)	ET (mm)	P(mm)	R (mm)	EXC (mm)	DEF (mm)
7	41,1	2,49	27	0	24,51	0
8	41,1	2,97	20	0	17,03	0
9	41,1	2,44	0	0	0	0
10	38,66	1,84	43	0	38,72	2,44
11	41,1	1,49	3	0	1,51	0
12	41,1	1,99	1	0	0	0
13	40,11	1,93	1	0	0	0,99
14	39,18	2,1	0	0	0	1,92
15	37,08	2,16	6	0	0	4,02
16	40,92	2,86	119	0	115,96	0,18
17	41,1	2,22	0	0	0	0
18	38,88	3,2	18	0	12,58	2,22
19	41,1	2,94	23	0	20,06	0
20	41,1	1,97	8	0	6,03	0
21	41,1	2,22	7	0	4,78	0
22	41,1	2,17	8	0	5,83	0
23	41,1	3,37	0	0	0	0
24	37,73	2,09	32	0	29,91	3,37
25	41,1	2,51	8	0	5,49	0
26	41,1	2,67	0	0	0	0
27	38,43	1,84	0	0	0	2,67
28	36,59	2,72	0	0	0	4,51

MES: MARZO		AÑO: 2011				
DIA	LAS (mm)	ET (mm)	P (mm)	R (mm)	EXC (mm)	DEF (mm)
1	33,87	2,68	9	0	0	7,23
2	40,19	2,72	0	0	0	0,91
3	37,47	2,79	1	0	0	3,63
4	35,68	2,73	0	0	0	5,42
5	32,95	2,88	3	0	0	8,15
6	33,07	2,28	6	0	0	8,03
7	36,79	3,06	9	0	0	4,31
8	41,1	2,55	0	0	1,63	0
9	38,55	0,93	61	0	58,45	2,55
10	41,1	1,44	2	0	0,38	0
11	41,1	4,21	0	0	0	0
12	36,89	2,14	9	0	2,65	4,21

13	41,1	2,81	0	0	0	0
14	38,29	3,87	0	0	0	2,81
15	34,42	3,13	0	0	0	6,68
16	31,29	3,52	19	0	15,48	9,81
17	41,1	3,16	0	0	5,67	0
18	37,94	2,07	0	0	0	3,16
19	35,87	1,95	7	0	0	5,23
20	40,92	2,5	8	0	0	0,18
21	41,1	3,07	3	0	5,32	0
22	41,03	3,19	1	0	0	0,07
23	38,84	2,7	6	0	0	2,26
24	41,1	3,47	7	0	1,04	0
25	41,1	1,96	10	0	3,53	0
26	41,1	1,43	5	0	8,04	0
27	41,1	3,92	2	0	3,57	0
28	39,18	2,41	0	0	0	1,92
29	36,77	3,11	4	0	0	4,33
30	37,66	3,02	9	0	0	3,44
31	41,1	3,18	0	0	2,54	0

MES: ABRIL		AÑO: 2011				
DIA	LAS (mm)	ET (mm)	P (mm)	R (mm)	EXC (mm)	DEF (mm)
1	37,92	4,13	0	0	0	3,18
2	33,79	3,09	1	0	0	7,31
3	31,7	3,35	9	0	0	9,4
4	37,35	2,23	7	0	0	3,75
5	41,1	3,57	10	0	1,02	0
6	41,1	2,37	7	0	4,63	0
7	41,1	1,99	63	0	61,01	0
8	41,1	3,18	9	0	5,82	0
9	41,1	2,85	27	0	24,15	0
10	41,1	2,6	2	0	0	0
11	40,5	1,96	6	0	3,44	0,6
12	41,1	1,74	12	0	10,26	0
13	41,1	2,26	1	0	0	0
14	39,84	3,92	13	0	7,82	1,26
15	41,1	1,62	20	0	18,38	0
16	41,1	1,98	0	0	0	0
17	39,12	2,45	1	0	0	1,98
18	37,67	2,2	2	0	0	3,43
19	37,47	1,96	9	0	3,41	3,63

20	41,1	2,79	0	0	0	0
21	38,31	3,26	24	0	17,95	2,79
22	41,1	1,61	20	0	18,39	0
23	41,1	2,73	0	0	0	0
24	38,37	3,71	0	0	1,04	2,73
25	34,66	2,22	2	0	0	6,44
26	34,44	2,79	1	0	0	6,66
27	32,65	3,17	4	0	0	8,45
28	33,48	3,96	0	0	0	7,62
29	29,52	3,35	15	0	0,07	11,58
30	41,1	2,99	2	0	0	0

MES: MAYO		AÑO: 2011				
DIA	LAS (mm)	ET (mm)	P (mm)	R (mm)	EXC (mm)	DEF (mm)
1	40,11	3,53	0	0	0	0,99
2	36,58	2,86	0	0	0	4,52
3	33,72	2,02	14	0	4,6	7,38
4	41,1	2,5	0	0	0	0
5	38,6	3,15	0	0	0	2,5
6	35,45	4,18	0	0	0	5,65
7	31,27	1,49	1	0	0	9,83
8	30,78	1,67	1	0	0	10,32
9	30,11	2,88	0	0	0	10,99
10	27,23	4,01	0	0	0	13,87
11	23,22	4,07	0	0	0	17,88
12	19,15	3,72	17	0	0	21,95
13	32,43	1,9	37	0	26,43	8,67
14	41,1	1,71	28	0	26,29	0
15	41,1	3,16	0	0	0	0
16	37,94	2,22	19	0	13,62	3,16
17	41,1	3,69	1	0	0	0
18	38,41	2,75	23	0	17,56	2,69
19	41,1	0,89	10	0	9,11	0
20	41,1	4,25	6	0	1,75	0
21	41,1	2,12	7	0	4,88	0
22	41,1	3,41	0	0	0	0
23	37,69	2,07	8	0	2,52	3,41
24	41,1	3,5	1	0	0	0
25	38,6	2,95	0	0	0	2,5
26	35,65	1,91	13	0	5,64	5,45
27	41,1	2,57	3	0	0,43	0

28	41,1	2,13	0	0	0	0
29	38,97	1,48	5	0	1,39	2,13
30	41,1	1,67	6	0	4,33	0
31	41,1	2,84	0	0	0	0

MES: JUNIO		AÑO: 2011				
DIA	LAS (mm)	ET (mm)	P (mm)	R (mm)	EXC (mm)	DEF (mm)
1	38,26	2,87	0	0	0	2,84
2	35,39	3,42	1	0	0	5,71
3	32,97	2,04	33	0	22,83	8,13
4	41,1	0,78	0	0	0	0
5	40,32	2,32	4	0	0,92	0,78
6	41,08	3,88	0	0	0	0,02
7	37,2	3,54	0	0	0	3,9
8	33,66	2,3	0	0	0	7,44
9	31,36	3,33	0	0	0	9,74
10	28,03	2,28	19	0	3,65	13,07
11	41,1	2,14	33	0	30,86	0
12	41,1	2,11	4	0	1,89	0
13	41,1	1,98	6	0	4,02	0
14	41,1	2,02	1	0	0	0
15	40,08	1,86	0	0	0	1,02
16	38,22	2,33	0	0	0	2,88
17	35,89	3,18	0	0	0	5,21
18	32,71	1,11	3	0	0	8,39
19	34,6	4	0	0	0	6,5
20	30,6	3,41	0	0	0	10,5
21	27,19	3,1	0	0	0	13,91
22	24,09	2,91	0	0	0	17,01
23	21,18	1,88	1	0	0	19,92
24	20,3	1,88	12	0	0	20,8
25	30,42	3,18	0	0	0	10,68
26	27,24	3,04	12	0	0	13,86
27	36,2	3,04	12	0	4,06	4,9
28	41,1	4,02	0	0	0	0
29	37,08	3,64	0	0	0	4,02
30	33,44	2,95	23	0	12,39	7,66

MES: JULIO		AÑO: 2011				
DIA	LAS (mm)	ET (mm)	P (mm)	R (mm)	EXC (mm)	DEF (mm)
1	41,1	3,76	0	0	0	0
2	37,34	2,42	2	0	0	3,76
3	36,92	3,95	0	0	0	4,18
4	32,97	2,76	0	0	0	8,13
5	30,21	2,59	1	0	0	10,89
6	28,62	1,56	2	0	0	12,48
7	29,06	2,89	0	0	0	12,04


Anexo F. Valores mensuales estación: 2105502 escuela agrícola La Plata, 1070 msnm.

EVAPORACIÓN (mm)												
AÑO	ENERO	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCTB	NOV	DIC
1990												
1991	107,3	*		*	89,3	*	67,4	*	*	130,7	108,2	*
1992	104,3			85,3	80,9	101,6	56	142,3	100,4	85,7 3	90,8	86,7 3
1993	198,9	79,3 3	87,7	125	103,4	89,3	109,4	113,1	114,7	130,9	*	93,6
1994	167,8	93,4	*	84	118,2	100,8	86	112,7	104	104,2	101,1	86,2
1995	108,8	91,6 3	*			94,1	106	102,7	132,8	118,1	87,2	98,4
1996	198,8	68,4	84,2	93,7	91,4	59,7	103,1	100,1	125,5	111,3	103	89,3
1997	109,7	90,7	106,6	95,5	74,6	97,1	84,7	106,9	92,9	143,3	96,2	118,6
1998	106,2	107,5	85,3	94,4	95,8	87,7	97,1	108,6	116,7		*	88,9
1999	177,5	98,1 3	96,9	62,1	88,7	79,4	80,3	129,2	95,9	99,1	*	74,7 3
2000	178,1	88,5	99,5	55,1	80,2	107	99,5	100,8	100,9	111	91,5	82,4 3
2001	111,9	86	100,4	95,3	96,1	90,2	123,4	109,7	131,1	135,6	89,6	89
2002	119,4	100,8	105,3	93,3	92	84,7	104,4	94,1	120,2	108,2	81	122,6
2003	90,2	81,7	93,5	83	86,5	97,8	98	140,4	112,7	106,9	96,7	90,5
2004	93,5	112,3	112,7	85,5	84,7	94,3	88,7	101,9	120,2	112,1	78,9	77,4 3
2005	97,9	94,8	93,2	96,2	99,2	85,3	116,7	113	118,1	106,8	80,4	102,3
2006	86,7	78,2	80,6	75,1	108,2	91,8	89,5	111,9	88,4			
2007					57,4	73,4	94,4	95,8	114,8	100,5	83	53,0 3
2008		73,7	87,9	77,4	69,5	78,3	87	105,4	100,6	102	81,4	78,3
2009	68,7	86,4	70,9	71,5	88	84,5	83,7	94,9	115,9	110,1	82,7	99
2010												

PRECIPITACIÓN (mm)												
AÑO	ENERO	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCTB	NOV	DIC
1990	*	*	*	154	133,1 3	86,4	53	32,8	47	211,5 3	134,6	132,4
1991	70,9	*	199,3	143,3	104,8 3	91,1	52,1	*	71,5	87,5	101,4	164,4
1992	76,3	*	*	144,3	62,7	57,4	33,9	88,9	63,3	63,4	211,4	109,4
1993	113,4	195,2	207,5	136,1	207,3	52,7	81,1	38,5	75,3	110,8	284,6	158,8
1994	175,3	139,3	345,8	224,1	151,7	94,1	39,7	40,2	51,6	170,7	136,6	100,4
1995	41,2	269,4	98,7	223	140,1	101,2	127	50	49,4	158	166,8	96,2
1996	192,8	205,4	232,8	114	181,6	90,3	82,5	59,5	40,7	243,4	93,6	196,7
1997	235,8	78,6	146	151,2	109,8	76,2	31	12	19,3	113,5	101,2	107,3
1998	55,8	109,9	151,3	114,3	89,6	58,4	54,5	45,5	51,1	128	194,5	103,8
1999	343	311,4	306,2	194,3	137	135	44,5	33,7	150,7	69,4	282,3	400
2000	294,8	187,7	251,7	149,3	302,9	172,8	57,6	44,1	82,4	172,4	122,1	167,6

2001	165,1	158,4	240,6	189,4	149,2	76,2	45,3	21,3	40,7	114,7	223,3	217,6
2002	18,9	78,7	92,5	171,1	138,1	80	63,4	76,3	56,2	100,8	82,7	105,2
2003	83,2	138,1	117,2	129,9	65,1	77,3	32,3	12,8	72	179,1	119,3	83,9
2004	193,9	113	144,6	193,8	102,3	63,1	89,3	17,6	58,1	100,3	231,4	324,2
2005	104,6	148,6	232,1	123,6	79,8	42,9	31,7	69,8	65,8	145,6	126,6	145,5
2006	216,7	157	214,8	212,2	42,2	144,3	97,3	26,3	65,9	141,3	196	171,4
2007	62,8	114,8	170,3	139	145,2	84,7	69,7	43,4	30,7	240,3	200,4	219,8
2008	164,8	121,9	111,4	166,5	180,4	80,2	76,7	43,5	48,4	143,7	160,2	221
2009	292,5	162,2	126,8	134	111,2	48,1	52,9	52,7	62	131,4	104,5	93,2
2010												

Anexo G. Análisis químico del suelo área experimental la plata.

 UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA NIT. 891.180.084-2 INSTITUTO DE ENSAYOS E INVESTIGACIONES IDEI LABORATORIO DE SUELOS - LABSUS FACULTAD DE INGENIERIA							
Solicitante: Cepass Huila				Vereda: Fátima			
Cultivo: Maracuyá				Municipio: La Plata			
Finca: Lote 1				Departamento: Huila			
Fecha: 11 de Mayo de 2010				Ultimo cultivo: Rastrojo - Potrero			
No. Laboratorio		02Q-03			Recomendación fertilización		Método Analítico Empleado
Muestra 03							
PARAMETROS QUIMICOS	UNIDAD	RESULTADO	CALIFICACION	RANGO MEDIO	Nutrientos puros	Requerimientos kg/ha-año	
pH	-	5.61	Medianamente ácido	6.6 - 7.3	-	-	Potenciómetro
Materia Orgánica (MO)	%	0.76	B	3 - 5			Walkley - Black
C.I.C.	Cmol ⁺ .kg ⁻¹	13.59	M	10 - 20			NH ₄ OAc - pH 7
Fósforo (P)	ppm	13.0	B	15 - 40			Bray II
Calcio (Ca)	Cmol ⁺ .kg ⁻¹	11.30	A	3 - 6			NH ₄ OAc - AA
Magnesio (Mg)	Cmol ⁺ .kg ⁻¹	3.44	A	1.25 - 2.50			
Sodio (Na)	Cmol ⁺ .kg ⁻¹	0.33	M	0.1 - 0.5			
Potasio (K)	Cmol ⁺ .kg ⁻¹	0.41	M	0.2 - 0.4			
Bases Totales (BT)	Cmol ⁺ .kg ⁻¹	15.48	-	-	-	-	Suma cationes
Saturación de bases (SB)	%	113.9	A	35 - 50	-	-	Relación catiónica
Azufre (S)	ppm	12.4	M	8 - 16	-	-	Turbidimetría
Hierro (Fe)	ppm	283	A	50 - 100	-	-	Doble Ácido -AA
Cobre (Cu)	ppm	1.9	B	2.0 - 2.4	-	-	Doble Ácido -AA
Cinc (Zn)	ppm	2.8	B	3 - 6	-	-	Doble Ácido -AA
Manganeso (Mn)	ppm	5.9	B	20 - 40	-	-	Doble Ácido -AA
Boro (B)	ppm		-	0.3 - 0.6	-	-	H ₂ O Caliente
Aluminio (Al)	Cmol ⁺ .kg ⁻¹		-	1.0 - 1.5	-	-	Volumétrica
Relación Ca/Mg	-	3.28	I	2 - 4*	-	-	Relación catiónica
Relación (Ca + Mg)/K	-	35.95	-	10*	-	-	Relación catiónica
Relación Mg/K	-	8.39	-	3*			Relación catiónica
TEXTURA	Clase						Organoléptico

ANALISTA QUIMICO: Carlos A. Franco MDQ

NOTA: Los resultados son válidos únicamente por la muestra analizada. *Contenido óptimo.

CALIFICACIÓN:

D: DEFICIENTE, **N:** NORMAL, **I:** IDEAL
MB: MUY BAJO, **B:** BAJO, **M:** MEDIO, **A:** ALTO, **MA:** MUY ALTO

ARMANDO TORRENTE TRUJILLO Ph.D.
 COORDINADOR LABORATORIO DE SUELOS



UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
NIT. 891.180.084-2
INSTITUTO DE ENSAYOS E INVESTIGACIONES IDEI
LABORATORIO DE SUELOS - LABSUS
FACULTAD DE INGENIERIA

Solicitante: CEPASS - HUILA					Vereda: Fátima		
Cultivo: Maracuyá					Municipio: La Plata		
Finca: Lote 1					Departamento: Huila		
Fecha: 4 de abril de 2011					Ultimo cultivo: Maracuyá		
No. Laboratorio		02Q-1064			Recomendación fertilización		Método Analítico Empleado
Muestra 04							
PARAMETROS QUIMICOS	UNIDAD	RESULTADO	CALIFICACION	RANGO MEDIO	Nutrimientos puros	Requerimiento anual kg/ha	
pH	-	5.45	Fuertemente ácido	6.6 - 7.3	-	-	Potenciómetro
Materia Orgánica (MO)	%	1.64	B	3 - 5			Walkley - Black
C.I.C.	Cmol ⁺ .kg ⁻¹	21.6	A	10 - 20			NH ₄ OAc – pH 7
Fósforo (P)	ppm	22.5	M	15 - 40			Bray II
Calcio (Ca)	Cmol ⁺ .kg ⁻¹	2.67	B	3 - 6			NH ₄ OAc – AA
Magnesio (Mg)	Cmol ⁺ .kg ⁻¹	1.20	B	1.25 - 2.50			
Sodio (Na)	Cmol ⁺ .kg ⁻¹	0.07	B	0.1 - 0.5			
Potasio (K)	Cmol ⁺ .kg ⁻¹	0.12	B	0.2 - 0.4			
Bases Totales (BT)	Cmol ⁺ .kg ⁻¹	4.06	-	-			Suma cationes
Saturación de bases (SB)	%	18.79	B	35 - 50			Relación catiónica
Azufre (S)	ppm			8 - 16			Turbidimetría
Hierro (Fe)	ppm			50 - 100			Doble Ácido -AA
Manganeso (Mn)	ppm			20 - 40			Doble Ácido -AA
Aluminio (Al)	Cmol ⁺ .kg ⁻¹	0.08	B	1.0 - 1.5			Volumétrica
Cobre (Cu)	ppm			2.0 - 2.4			Doble Ácido -AA
Cinc (Zn)	ppm			3 - 6			Doble Ácido -AA
Relación Ca/Mg	-	2.22	I	2 - 4*			Relación catiónica
Relación (Ca + Mg)/K	-	32.25	-	10*	-	-	Relación catiónica
Relación Mg/K	-	10.0	-	3*	-	-	Relación catiónica
TEXTURA	Clase						Organoléptico

ANALISTA QUIMICO: Carlos A. Franco MDQ

NOTA: Los resultados son válidos únicamente por la muestra analizada.

*Relación óptima.

CALIFICACIÓN: D: DEFICIENTE, N: NORMAL, I: IDEAL, MB: MUY BAJO, B: BAJO, M: MEDIO, A: ALTO, MA: MUY ALTO

ARMANDO TORRENTE TRUJILLO Ph.D.
COORDINADOR LABORATORIO DE SUELOS

Anexo H. Cálculos para el sistema de riego. CÁLCULO DE UN LATERAL EN EL SISTEMA DE RIEGO LOCALIZADO MODALIDAD GOTEÓ

1. UNIDAD DE RIEGO (UR)		2. CULTIVO		3. ABASTECIMIENTO	
MODALIDAD:	GOTEÓ	HUERTO:	Finca 1	SECTOR RIEGO (S.R) Nº:	1
Boquilla emisor (color):	Negro	Especie:	Maracuyá	Fuente:	Tanque
Presión trabajo (PSI):	14	Distancia siembra (m):	4	Caudal disponible (GPM):	114,12
Forma de Instalación	Sobrelinea	Forma siembra:	rectángulo	Caudal sector riego QSR (GPM):	1,7
Caudal (LPH)=QUR:	4	Árboles/ha Aprox:	1000	Caudal/árbol (LPH) máx. :	12
Forma de trabajo	No Autoc.	Unidades Riego/árbol :	3	Distancia entre emisores (EL) (m) :	0,3

4. CÁLCULO PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J)	
VARIABLES	VALORES
J= (F) (L) (j)	
NA = Número de árboles a beneficiar (asumirlo)	7
NUR= Número de unidades de riego por lateral » Nº De salida	97
q = Diámetro y RDE de la tubería (en mm) CINTA 10000 MILESIMAS DE PULGADA POLIETILENO	16
F= Factor corrección múltiples salidas (Tabla Nº 1) (es el número de unidades de riego por lateral)	0,356
Q = Caudal total a conducir = (Nº Unidades Riego) (Q unitario)= LPM	6,444
TI = Tramo inicial desde la conexión del lateral hasta la primera unidad de riego (m)	0,5
TF = Tramo final desde última unidad de riego hasta obturador (m)	0,5
NS =Número de espacios entre unidades de riego	96
EL= Espaciamento entre unidades de riego en el lateral (m)	0,3
LR = Longitud real (m) = (NS)(EL) + (TI) + (TF) = (69)(1,5) +(0,75) +(1)	29,7
Le = Longitud equivalente por conexión de unidad riego al lateral : 0,05 m - 0,2 m	0,2
L = Longitud total (m) = (LR) + (Le) = () +()	29,9
j=Pérdidas por fricción en la tubería (m/m); Tabla Nº 4 (Según fabricante)	0,065
J = (F)(L)(j) (m) = () () ()	0,697
CHEQUEO: J ≤ Permisible (55% del 20% de la presión de trabajo unidad de riego)	
J (m) : 0,6972082	J PERMISIBLE (m): 1,082981716
() ≤ () en m. Si el resultado es NO , recalcular	
SI	NO

5. PRESIONES REQUERIDAS PARA EL LATERAL (m)			
PRESIÓN A LA ENTRADA (PEL)		PRESIÓN A LA SALIDA (PSL)	
VARIABLES	VALORES	VARIABLES	VALORES
PUR= Presión unidad riego (m):	9,845	PEL = Presión entrada lateral (m):	8,542
J = Pérdidas totales (m):	0,697	J = Pérdidas totales (m):	0,697
DH = Diferencia topográfica terreno (m):	-2	DH = Diferencia topográfica terreno (m):	-2
PEL= PUR + J ± DH (m) (SUMANDO DH)	8,542	PSL= PEL - J ± DH (m) (SUMANDO DH)	5,845
PEL= PUR + J ± DH (m) (RESTANDO DH)	12,542	PSL= PEL - J ± DH (m) (RESTANDO DH)	9,845
PEL=()+()± () (PSI) Cuando se suma DH	12,147	PSL=()+()± () (PSI) Cuando se suma DH	8,312
PEL=()+()± () (PSI) Cuando se resta DH	17,835	PSL=()+()± () (PSI) Cuando se resta DH	14

6. TAMAÑO LATERAL	
PARA CÁLCULO DE DISEÑO (TL)	PARA TRAZADO GRAN LATERAL EN LOTE (TGL)
TL = (N° espacios entre unidades de riego)(distancia siembra) +(tramo final) +(tramo inicial)	TL = (N° árboles espacios entre unidad riego)(distancia siembra) +(longitud de influencia)(2); longitud de influencia »(1/2)(EL)
TL = () () + () = () m 29,7	TGL = () () + () x 2 = () m NA

CÁLCULO DE UN MÚLTIPLE EN EL SISTEMA DE RIEGO LOCALIZADO MODALIDAD GOTEO

1. UNIDAD DE RIEGO (UR)		2. CULTIVO		3. ABASTECIMIENTO	
MODALIDAD:	GOTEO	HUERTO:	Finca 1	SECTOR RIEGO (S.R) N°:	1
Boquilla emisor (color):	Negro	Especie:	Maracuyá	Fuente:	Tanque
Presión trabajo (PSI):	14	Distancia siembra (m):	4	Caudal disponible (GPM):	114,12
Forma de instalación	Sobre línea	Forma siembra:	rectángulo	Caudal sector riego QSR (GPM):	12,099
Caudal (LPH)=QUR:	4	Distancia entre surcos (m)	2,5	Caudal/árbol (LPH) máx. :	12
Forma de trabajo	No Autoc.	Unidades Riego/árbol :	3	Distancia entre emisores (EL) (m) :	0,3

4. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA MÚLTIPLE (J)		CONEXIÓN (%)	
J= (F) (L) (j)		100	
NUR= (Número unidades riego) X (Sector riego) = QSR/QUR = ()/() (LPH)		687	
Nº surcos o líneas de riego x sector riego (SR) = (Total UR del SR)/(Total UR del gran lateral)		7	
F= Depende Nº salidas y/o conexión surcos Tabla N° 1 S1 = (7) ; S2 = ()		0,425	
NS =Número de espacios entre surcos (m)		6	
TI = Tramo inicial desde la conexión hasta el primer surco (m)		2	
TF = Tramo final medido desde la conexión del último surco hasta el tapón de lavado (m)		1	
EM= Espaciamiento entre surcos o líneas de riego sobre el múltiple (m)		2,5	
LR = Longitud real = (NS)(EM) + (TF) + (TI de conexión) = (m) = () () + () + ()		18	
Le = Longitud equivalente por conexión de laterales al múltiple : 0,25 m (12 mm) - 0,5 m (16 mm)		0,5	
L = Longitud total (m) = (LR) + (Le) = () + ()		18,5	
q = Diámetro y RDE de la tubería múltiple (asumirlo) PR55		1	
Q = Caudal de diseño (GPM) y/o para cálculo		13	
j= Pérdidas por fricción en la tubería (m/m); Tabla N° 2,3 y 8		0,0954	
J = (F)(L)(j) (m) = () () ()		0,7500825	
CHEQUEO: $J \leq J$ Permissible (45% del 20% de la presión de trabajo unidad de riego)			
J (m) : 0,7500825	J PERMISIBLE (m): 0,886075949		
NOTA: si el resultado en NO, entonces recalcular con otro porcentaje más bajo de conexión siempre sujeto a la topografía hasta obtener el punto óptimo para conectar.			
SI		NO	

5. PRESIÓN REQUERIDA A LA ENTRADA DEL MÚLTIPLE (PREM)		
PREM= Pérdidas totales múltiple (J) + Presión entrada lateral (PEL) ± DH terreno; DH = ()		
PREM = () + () + ()	9,3500825	EN m
	13,29581732	EN PSI

Presión entrada del lateral 8,5 m

ΔH terreno 0,1 m

6. TAMAÑO MÚLTIPLE				
PARA CÁLCULO DE DISEÑO™				
TM = Longitud Real (LR) (m):	18			
TM	18	EN m	100	%

	EN m	%
PARA TRAZADO GRAN MÚLTIPLE EN LOTE (TGM)		
TGM= (Nº Espacios entre surcos)(distancia entre surcos) +(longitud de influencia)(2); longitud de influencia » (1/2)(EM)		
TGM= () () + () (2) = () m		32,5

CÁLCULO DE UN LATERAL EN EL SISTEMA DE RIEGO LOCALIZADO MODALIDAD MICROASPERSIÓN

1. UNIDAD DE RIEGO (UR)		2. CULTIVO		3. ABASTECIMIENTO	
MODALIDAD:		HUERTO:		SECTOR RIEGO (S.R) N°:	
Boquilla emisor (color):	AZUL	Especie:	Maracuyá	Fuente:	Tanque
Presión trabajo (PSI):	30	Distancia siembra (m):	4	Caudal disponible (GPM):	114,12
Diámetro Húmedo (m):	4	Forma siembra:	Rectángulo	Caudal sector riego QSR (GPM):	1,23
Caudal (LPH)=QUR:	40	Árboles/ha Aprox:	1000	Caudal/árbol (LPH) máx :	40
Forma de trabajo	No Autoc.	Unidades Riego/árbol :	1	Distancia entre emisores (EL) (m) :	4

4. CÁLCULO PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J)	
VARIABLES	VALORES
J= (F) (L) (j)	
NA = Número de árboles a beneficiar	7
NUR= Número de unidades de riego por lateral » N° De salidas	7
q = Diámetro y RDE de la tubería (en mm)	16
F= Factor corrección múltiples salidas (Tabla N° 1)	0,425
Q = Caudal total a conducir = (N° Unidades Riego) (Q unitario)= () () LPM	4,667
NS =Número de espacios entre unidades de riego	6
EL= Espaciamiento entre unidades de riego en el lateral (m)	4
TI = Tramo inicial desde la conexión del lateral hasta la primera unidad de riego (m)	4
TF = Tramo final desde última unidad de riego hasta obturador (m)	1
LR = Longitud real (m) = (NS)(EL) + (TI) + (TF) = () () + () + ()	29
Le = Longitud equivalente por conexión de unidad riego al lateral : 0,05 - 0,2 m	0,5
L = Longitud total (m) = (LR) + (Le) = () + ()	29,5
j=Pérdidas por fricción en la tubería (m/m); Tabla N° 4 (Según fabricante)	0,0373
J = (F)(L)(j) (m) = () () ()	0,46764875
CHEQUEO: J ≤ Permissible (55% del 20% de la presión de trabajo unidad de riego)	
J (m) : 0,46764875	J PERMISIBLE (m): 2,320675105
() ≤ () en m. Si el resultado es NO, recalcular	
SI	NO

5. PRESIONES REQUERIDAS PARA EL LATERAL (m)			
PRESIÓN A LA ENTRADA (PEL)		PRESIÓN A LA SALIDA (PSL)	
VARIABLES	VALORES	VARIABLES	VALORES
PUR= Presión unidad riego (m):	21,09704641	PEL = Presión entrada lateral (m):	25,56469516
J = Pérdidas totales (m):	0,46764875	J = Pérdidas totales (m):	0,46764875
ΔH = Diferencia topográfica terreno (m):	4	ΔH = Diferencia topográfica terreno (m):	4
PEL= PUR + J ± DH (m) (SUMANDO ΔH)	25,56469516	PSL= PEL - J ± ΔH (m) (SUMANDO ΔH)	29,09704641
PEL= PUR + J ± DH (m) (RESTANDO ΔH)	17,56469516	PSL= PEL - J ± ΔH (m) (RESTANDO ΔH)	21,09704641
PEL=()+()± () (PSI) Cuando se suma ΔH	36,35299652	PSL=()+()± () (PSI) Cuando se suma ΔH	41,376
PEL=()+()± () (PSI) Cuando se resta ΔH	24,97699652	PSL=()+()± () (PSI) Cuando se resta ΔH	30

6. TAMAÑO LATERAL

PARA CÁLCULO DE DISEÑO (TL)	PARA TRAZADO GRAN LATERAL EN LOTE (TGL)
TL = (N° espacios entre unidades de riego)(distancia siembra) + (tramo final) + (tramo inicial)	TL = (N° árboles espacios entre unidad riego)(distancia siembra) + (longitud de influencia)(2); longitud de influencia x(1/2)(EL)
TL = () () + () + () = () m	TGL = () () + () x 2 = () m
29	28

CÁLCULO DE UN MÚLTIPLE EN EL SISTEMA DE RIEGO LOCALIZADO MODALIDAD MICROASPERSIÓN

1. UNIDAD DE RIEGO (UR)		2. CULTIVO		3. ABASTECIMIENTO	
MODALIDAD:	Microaspersión	HUERTO:	LOTE 1	SECTOR RIEGO (S.R) N°:	1
Boquilla emisor (color):	AZUL	Especie:	Maracuyá	Fuente:	Tanque
Presión trabajo (PSI):	20	Distancia siembra (m):	4	Caudal disponible (GPM):	114,12
Diámetro Húmedo (m):	4	Forma siembra:	rectángulo	Caudal sector riego QSR (GPM):	8,62
Caudal (LPH)=QUR:	40	Distancia entre surcos (m)	2,5	Caudal/árbol (LPH) máx :	40
Forma de trabajo	No Autoc.	Unidades Riego/árbol :	1	Distancia entre emisores (EL) (m) :	4

4. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA MÚLTIPLE (J)		CONEXIÓN (%)
$J = (F)(L)(j)$		100
NUR= (Número unidades riego) X (Sector riego) = QSR/QUR = ()/() (LPH)		49
N° surcos o líneas de riego x sector riego (SR) = (Total UR del SR)/(Total UR del gran lateral)=(270)/(20)		7
F= Depende N° salidas y/o conexión surcos Tabla N° 1 S1 = (7) ; S2 = ()		0,425
NS =Número de espacios entre surcos (m)		6
TI = Tramo inicial desde la conexión hasta el primer surco (m)		2
TF = Tramo final medido desde la conexión del último surco hasta el tapón de lavado (m)		1
EM= Espaciamento entre surcos o líneas de riego sobre el múltiple (m)		2,5
LR = Longitud real = (NS)(EM) + (TF) + (TI de conexión) = (m) = () () + () + ()		18
Le = Longitud equivalente por conexión de laterales al múltiple : 0,25 m para silletas de 12 mm y 0,5 para silletas de 16 mm		0,5
L = Longitud total (m) = (LR) + (Le) = () + ()		18,5
q = Diámetro y RDE de la tubería múltiple(asumirlo)		1" POLIETILENO
Q = Caudal de diseño (GPM) y/o para cálculo		8,62
j=Pérdidas por fricción en la tubería (m/m); Tabla N° 2,3 y 8		0,0954
$J = (F)(L)(j) (m) = () () ()$		0,7500825
CHEQUEO: $J \leq J_{\text{Permisible}}$ (45% del 20% de la presión de trabajo unidad de riego)		
J (m) : 0,7500825	J PERMISIBLE (m):	1,265822785
NOTA: si el resultado en NO, entonces recalcular con otro porcentaje más bajo de conexión siempre sujeto a la topografía hasta obtener el punto óptimo para conectar.		
SI		NO

5. PRESIÓN REQUERIDA A LA ENTRADA DEL MÚLTIPLE (PREM)		
PREM= Pérdidas totales múltiple (J) + Presión entrada lateral (PEL) ± DH terreno; $\Delta H = ()$		
PREM = ()+()+()	98,8500825	EN m
	140,5648173	EN PSI

Presión entrada del lateral 98 m
 ΔH terreno 0,1 m

6. TAMAÑO MÚLTIPLE				
PARA CÁLCULO DE DISEÑO TM				
TM = Longitud Real (LR) (m):	18			
	18	EN m	100	%
TM		EN m		%
PARA TRAZADO GRAN MÚLTIPLE EN LOTE (TGM)				
TGM= (N° Espacios entre surcos)(distancia entre surcos) +(longitud de influencia)(2); longitud de influencia » (1/2)(EM)				
TGM= () () + () (2) = () m				32,5

Anexo I. Características del Microaspersor Fan-Jet.

BOWSMITH

FAN-JET® Microaspersores

Descripción del Producto

El microaspersor Fan-Jet de Bowsmith es el punto de referencia para cualquier otro microaspersor de bajo consumo de agua.

El Fan-Jet fue desarrollado por Bowsmith en 1977. Su diseño revolucionario le permitía tener trayectorias más altas, patrones de humedecimiento más consistentes y largos, y un costo menor de operación debido a su bajo consumo de agua. La presentación al mercado en 1986 de la boquilla con un marco de dos sujetadores triangulares significaba que el Fan-Jet podía tener una variedad más amplia de patrones de humedecimiento, inclusive el círculo completo. Actualmente, el microaspersor Fan-Jet continúa

como el standard con el cual los otros microaspersores tienen que compararse.

El plato de impacto integral de la boquilla del Fan-Jet no tiene partes móviles que pueden desgastarse o trabarse. Están disponibles en 18 patrones de humedecimiento diferentes para poder satisfacer las necesidades de cualquier aplicación de microaspersión de bajo consumo de agua. Las boquillas con su código de colores en tamaños diferentes le ofrece al usuario aún más posibilidades para diseñar su sistema a medida.

Hay otros microaspersores que están en el mercado; solamente Bowsmith fabrica el Fan-Jet.

Características del Microaspersor Fan-Jet

1 Marco Exclusivo Fan-Jet

Construcción con dos sujetadores triangulares. Compacto, de bajo perfil, altamente resistente. Diseño abierto— para evitar la acumulación de basuras y nidos de insectos.

Los mejores polímeros plásticos para evitar la extensión o contracción de la boquilla. El plato de impacto integral se mantiene precisamente alineado a lo largo de los años.

2 El plato de impacto integral

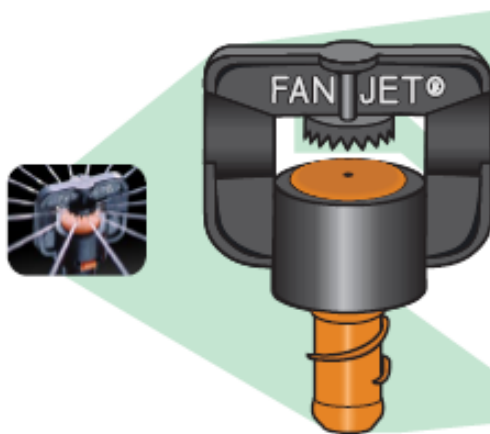
No tiene partes móviles que pueden trabarse o desgastarse.

Se mantiene alineado con la boquilla para tener patrones de humedecimiento consistentes.

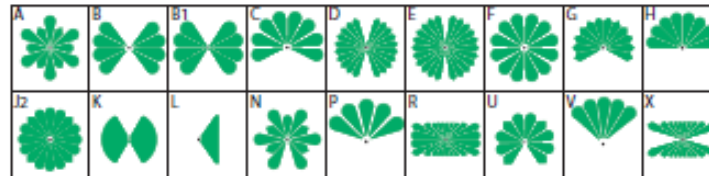
Disponible en 18 diferentes patrones.

3 Boquillas codificadas por colores

Se puede escoger entre 7 tamaños diferentes. Diseño con base roscada para conexiones rápidas, fáciles y herméticas.



Patrones de Humedecimiento



Pulse sobre un patron para ver las características de desempeño para aquel patron.

Tamaño de Boquilla (codificado por color)

#30 (Negro)	#35 (Naranja)	#40 (Azul)	#45 (Violeta)	#50 (Verde)	#55 (Amarillo)	#60 (Rojo)
-------------	---------------	------------	---------------	-------------	----------------	------------

Bowsmith, Inc.
P.O. Box 428 • Exeter, CA 93221 USA

Tel: 00-1-(559) 592-9485; Fax: 00-1-(559) 592-2314
www.bowsmith.com

F1es01-0700

Fuente: página del fabricante www.bowsmith.com

FAN-JET® Microaspersores



Coples Restrictores



Características

- Se puede usar una boquilla con un orificio mayor para reducir el tapamiento.
- La combinación restrictor/Jet maximiza las opciones en cuanto al flujo.
- Un patrón de humedecimiento más compacto con una boquilla mayor.
- Se puede diseñar los flujos y patrones de humedecimiento a la medida.
- Se puede obtener flujos menores con una presión de operación más alta.
- Codificado por colores para identificación fácil.
- Conexión segura a la manguera de polietileno.
- Disponibles como opción para todos los microaspersores Fan-Jet. Vea la ilustración a la izquierda.

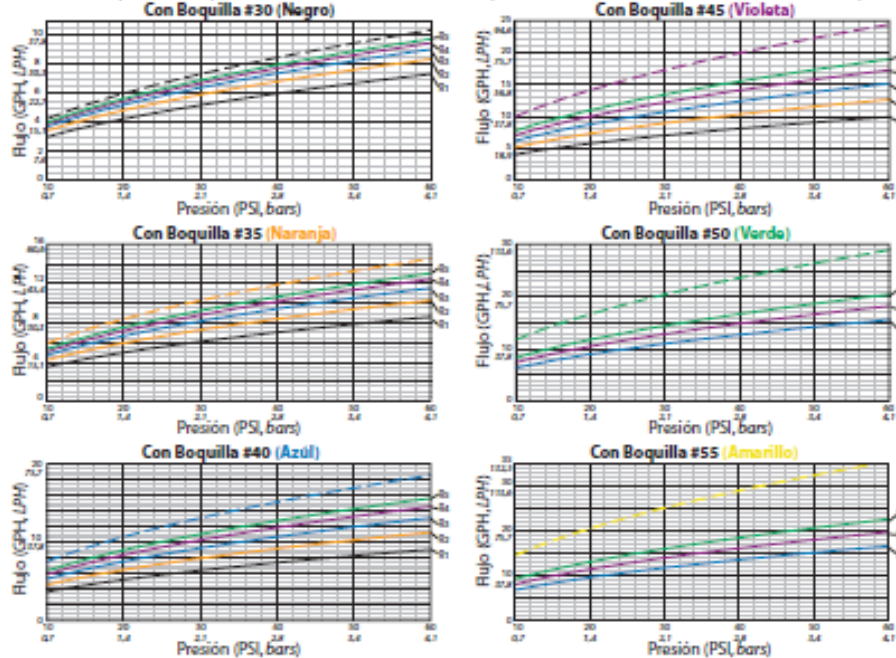
Números de los Coples Restrictores

No. Stock*	No. Modelo	Apertura Mínima Flujo**
1110	R1 (Negra)	0.89mm 6.0 GPH (22.7 LPH)
1111	R2 (Naranja)	1.09mm 8.4 GPH (31.8 LPH)
1112	R3 (Azul)	1.19mm 10.7 GPH (40.5 LPH)
1113	R4 (Violeta)	1.30x1.78mm 14.1 GPH (53.4 LPH)
1114	R5 (Verde)	1.52x1.78mm 16.7 GPH (63.2 LPH)

* Consulte la fábrica para obtener los números de las ensamblas Fan-Jet/Restrictor.
** Flujo nominal de 20 PSI (1,4 bars).

Curvas de Desempeño

Combinaciones Boquilla Fan-Jet, Cople restrictor



Bowsmith, Inc.
P.O. Box 428 • Exeter, CA 93221 USA

Tel: 00-1-(559) 592-9485; Fax: 00-1-(559) 592-2314
www.bowsmith.com

Files11-0700

Fuente: página del fabricante www.bowsmith.com

FAN-JET®

Microaspersores

Características de Desempeño



PATRONES DE HUMEDECIMIENTO			E	F	G	H	J2
Trazectorias del Chorro 							
Los ángulos marcados son únicamente por referencia del usuario.			Círculo completo; chorros muy cercanos entre sí; trayectoria estándar	Círculo completo; trayectoria 1/8" x 1/8"	Envolvente; trayectoria plana	Medio círculo; trayectoria estándar	Círculo completo; plato de impacto dentado; trayectoria estándar
Tamaño de Boquilla	Presión (bars)	Flujo (LPH)	Díametro Aprox.*	Díametro Aprox.†	Díametro Aprox.*	Díametro Aprox.*	Díametro Aprox.*
30 (Negro)	0,69	16,7	3,0	3,4	2,1	3,4	2,4
	1,03	19,7	3,4	4,0	2,4	4,0	2,7
	1,38	22,7	3,7	4,6	2,7	4,3	2,7
	1,72	25,4	4,0	5,2	3,0	4,6	3,0
35 (Naranja)	2,07	28,0	4,3	5,5	3,4	4,9	3,0
	0,69	22,3	3,4	4,3	2,4	4,0	2,7
	1,03	27,6	3,7	4,9	3,0	4,6	3,0
	1,38	31,8	4,3	5,5	3,7	4,9	3,4
40 (Azul)	1,72	35,6	4,6	5,8	4,0	5,2	3,7
	2,07	39,0	4,9	6,1	4,3	5,5	3,7
	0,69	28,4	3,7	4,9	2,7	4,3	3,0
	1,03	35,2	4,0	5,8	3,4	4,9	3,4
45 (Violeta)	1,38	40,5	4,6	6,4	4,0	5,2	3,7
	1,72	45,4	4,9	7,0	4,3	5,5	4,0
	2,07	49,6	5,2	7,6	4,6	5,8	4,3
	0,69	37,9	4,3	5,5	3,4	4,6	3,7
50 (Verde)	1,03	46,2	4,6	6,4	3,7	4,9	4,0
	1,38	53,4	5,2	7,0	4,3	5,5	4,3
	1,72	59,8	5,5	7,6	4,6	5,8	4,6
	2,07	65,5	5,8	8,2	4,9	6,1	4,6
55 (Amarillo)	0,69	44,7	4,3	5,8			4,3
	1,03	54,5	4,6	6,7			4,6
	1,38	63,2	5,2	7,6			4,9
	1,72	70,4	5,8	8,2			5,2
60 (Rojo)	2,07	77,2	6,4	8,8			5,5
	0,69	51,9	4,6	6,1			4,6
	1,03	67,4	5,2	7,3			5,2
	1,38	77,6	5,8	8,2			5,8
60 (Rojo)	1,72	86,7	6,1	8,8			6,1
	2,07	95,0	6,7	9,8			6,7
	0,69	64,4	4,9	6,4			5,2
	1,03	78,7	5,8	7,6			5,5
60 (Rojo)	1,38	90,8	6,4	8,8			5,8
	1,72	101,4	7,0	9,8			6,4
60 (Rojo)	2,07	111,3	7,6	10,4			6,7

Información Adicional sobre el Desempeño

- Las dimensiones de los catálogos de humedecimiento están en metros, con un elevador a una altura sobre el suelo de 1,50m.
- Las dimensiones de los catálogos de humedecimiento están en metros, con una altura del microaspersor de 30cm.
- Los patrones etiquetados en azul indican que se aplican para operación inversa, suspendida de una conducción aérea.
- Las combinaciones marcadas no son recomendadas, el flujo puede ser demasiado alto para lograr un patrón de humedecimiento preciso.
- Las recomendaciones sobre el tamaño de los microaspersores Bowsmith van en el orden de referencia y no son una garantía del desempeño del producto.
- Cuando se usa agua de mala calidad o fuentes de agua con alto contenido orgánico o de hierro, es posible que se presenten problemas de tapamiento o de degradación de la trayectoria, se debería verificar la compatibilidad de cualquier químico con este producto antes de usarlo.
- Consulte con el proveedor del equipo para asegurar que el tiempo de diseño apropiado para el caso condiciones.
- Los flujos para la unidad completa del microaspersor van en pulgadas cúbicas, por favor consulte al fabricante.
- No podemos garantizar los flujos de estos microaspersores cuando son usados con componentes no fabricados por nosotros.













Bowsmith, Inc.
P.O. Box 428 • Exeter, CA 93221 USA

Tel: 00-1-(559) 592-9485; Fax: 00-1-(559) 592-2314
www.bowsmith.com

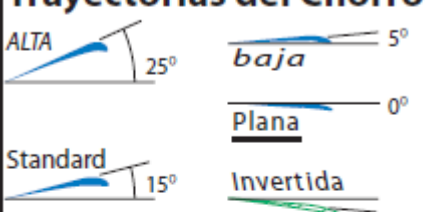

Fan06-0800

Fuente: página del fabricante www.bowsmith.com

Fan-Jet Accesorios

Componentes	Producto	Descripción	Especificaciones	
    	Estacas	Sopotan el elevador y aseguran la ubicación del microaspersor. Usadas en las ensamblajes Fan-Jet Serie SK y SP.	SK-J (para microtubo de polietileno) SK-C (para microtubo flexible de vinil) SP-1 (para el serie SP con conexión standard o con rosca)	
	Elevadores	Para ensamblajes tipo TB y SP.	PE grueso (7.62mm O.D. x 4.06mm I.D.) Longitudes normales 3,6, 9, o 12 pulgadas.	
	Microtubo/Cople	Para conectar el Fan-Jet a la manguera de Polietileno Espec.	Especifique PE o vinil, Longitudes normales 24,36,48,60 o 72 pulgadas.	
	Base Roscada/ Elevador	Conexión roscada MIPT al Fan-Jet.	Especifique base roscada MIPT de 1/4" o 1/2", longitudes normales de los elevadores son 3,6 o 12 pulgadas.	
	Microtubo y Peso de PVC	Para ensamblajes tipo DC.	Están disponibles separados: Microtubo y cople (lon. normal: 12 pulgadas) Peso de PVC azul.	
	  	Coples	Copie con dos botones de inserción	Para conectar microtubos.
Tapones de Manguera		Para tapar perforaciones en la manguera de PE.	Especifique tamaño 0.175" (4.44mm) o 0.250" (6.35mm).	
Bases Roscadas		Conexiones roscadas MIPT usadas en ensamblajes tipo TB.	Especifique Base roscada MIPT 3/8" o 1/2"	
 	Limpador de Boquilla	Para limpiar las boquillas de los Fan-Jets tipo 2.	—	
	Perforador de Manguera	Para perforar la manguera de polietileno.	Plástico una pieza.	
 	Coples Restrictivos	Reemplaza el cople standard en el microtubo para reducir el flujo en los microaspersores con boquillas mayores.	Por favor, vea la hoja separada de este producto para obtener más información.	
	Limitador de Alcance "Top Hat"™	Se brocha sobre la boquilla del Fan-Jet para limitar el área de humedecimiento. Puede desbrocharse fácilmente cuando se necesita mojar un área mayor.	Cabe sobre cualquier boquilla del Fan-Jet tipo 2 de Bowsmith.	

Microaspersor seleccionado:

PATRONES DE HUMEDECIMIENTO				E
Trayectorias del Chorro  <p>Los ángulos expuestos son únicamente para referencia del usuario.</p>				 <i>Círculo completo; chorros muy cercanos entre sí; trayectoria standard</i>
Tamaño de Boquilla	Presión (bars)	Flujo (LPH)	Diámetro Aprox.*	
40 (Azúl)	0,69	28,4	3,7	
	1,03	35,2	4,0	
	1,38	40,5	4,6	
	1,72	45,4	4,9	
	2,07	49,6	5,2	

Fuente: página del fabricante www.bowsmith.com

Anexo J. Características del Gotero.

Gotero **TURBOLINE** HOJA TÉCNICA

Emisor en línea de
flujo turbulento



TURBOLINE es un emisor de dos piezas: cápsula y laberinto.

Su diseño cónico permite un exacto ajuste entre los componentes, obteniendo una magnífica uniformidad en el flujo de descarga.

Este gotero está diseñado para instalarse en líneas de riego de 12 mm y 16 mm.

PRESENTACIONES

Referencia	Modelo	Capsula	Diámetro mm	Caudal (LPH)
T - 122	NORMAL	NEGRO	12	2
T - 124			12	4
T - 162	ANTIRAZIZ	VERDE	16	2
T - 164			16	4
T - 168			16	8

El modelo de TURBOLINE se fabrica con un aditivo ANTIRAZIZ, exclusivo de nuestra empresa, el cual permite la instalación de la línea bajo la superficie del suelo, sin problemas de taponamiento a causa de las raíces.



SISTEMAS DE RIEGO

www.agrifim.com.co



AGRIFIM



agritech
INDUSTRIAL

Teléfonos
368 04 75 - 78 - 56

Calular
300 208 85 94

Fax
244 73 15 - 368 06 46

Dirección
Cra 44 # 18 - 68
Bogotá, Colombia

Fuente: página del fabricante www.agrifim.com.co



SISTEMAS DE RIEGO
www.agrifim.com.co

- Diseño
- Fabricación
- Mantenimiento
- Asesoría
- Instalación
- Comercialización
- Servicio

Gotero TURBOLINE

HOJA TÉCNICA
 Emisor en línea de
 flujo turbulento

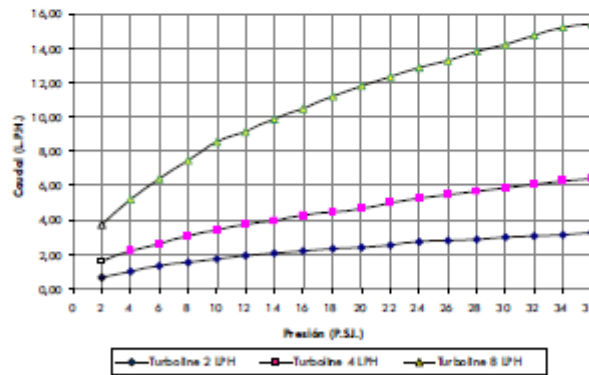
GRAN VERSATILIDAD

TURBOLINE tiene un diseño único para producir un alto grado de turbulencia dentro del gotero, haciendo autolimpieza cada vez que hay flujo de agua, minimizando así, los riesgos de taponamiento.

Adicionalmente la interferencia entre los componentes del emisor deja internamente un área de sección anular, que actúa como filtro, bloqueando el ingreso de partículas grandes que pueden taponarlo.

TURBOLINE se fabrica con resinas plásticas vírgenes de óptima calidad, especificados para resistir el ataque de productos químicos y fertilizantes comúnmente utilizados en el sistema de riego por goteo.

CURVA GOTERO TURBO. CAUDAL Vs PRESION



DE LA CALIDAD DEL AGUA DEPENDE LA VIDA ÚTIL DE SU SISTEMA DE RIEGO

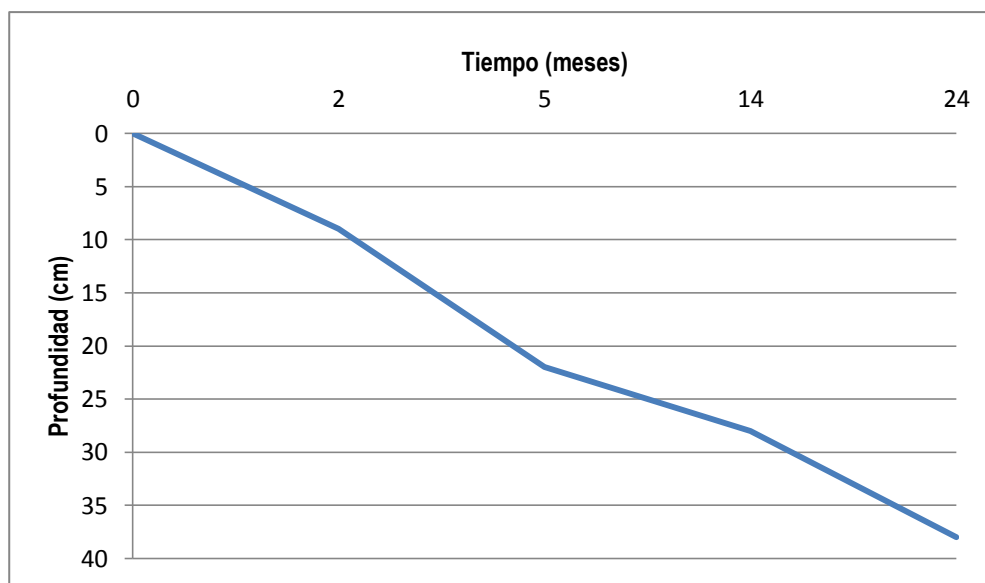
- Para el lavado de líneas y emisores se recomienda usar la solución 1377 y/o aditivo.
- No usar, nunca, ácido nítrico.
- Consulte a nuestro departamento de servicio técnico para información y asesoría complementaria.

ÚLTIMA ACTUALIZACIÓN: MAYO 2006

Fuente: página del fabricante www.agrifim.com.co

Anexo K. Desarrollo de la raíz del maracuyá.

Edad (meses)	2	5	14	24
Radio máx. de raíces (m)	-	-	1,8	2,1
Radio prom. de raíces (m)	0,12	0,5	1,5	1,9
Diámetro del conducto de raíz (cm)	0,2	0,7	1	1,5
Profundidad de raíces (cm)	9	22	28	38
Diámetro del tallo en la base (cm)	-	-	3	5
Altura de la planta (m)	0,15	1,5	1,9	1,9



Desarrollo de raíz principal en maracuyá

Anexo L. Potencial Hídrico de febrero, marzo y abril.

Mes \ Hora	08/02/2011	08/03/2011	08/04/2011
	<i>Tensión (bar)</i>		
6:00	2,5	3,2	3,5
8:00	4,9	8	4
10:00	9	11	5,5
12:00	10,3	12	8
14:00	11,5	12,2	11,5
16:00	9	11,2	12
18:00	6,5	7	7

Anexo M. Coeficiente del Cultivo (Kc)

MES	Kc
7	0,71
8	0,77
9	0,99
10	0,97
11	1,10
12	0,85

Anexo N. Datos estación Automatizada WeatherHawk, Febrero - Julio 2011, vereda Fátima, Municipio La Plata – Huila.

Día	Temperatura Aire Promedio (°C)	Temperatura Aire Mínima (°C)	Temperatura Aire Máxima (°C)	Humedad (%)	Barómetro (mm Hg)	Precipitación (mm)	Radiación Solar Promedio (watts /m2)	Radiación Solar (watts /m2) Máxima	Velocidad del viento Promedio (m/h)	ETo (mm)
07/02/2011	22,13	17,30	29,70	76,38	708,88	27,00	144,46	630,00	0,46	2,49
08/02/2011	20,49	17,00	28,50	81,92	710,05	20,00	171,04	865,00	0,69	2,97
09/02/2011	20,93	17,90	28,80	82,42	708,89	0,00	139,17	679,00	0,73	2,44
10/02/2011	18,69	14,40	25,70	88,96	739,59	43,00	135,48	600,00	0,74	1,84
11/02/2011	16,70	14,50	22,40	93,25	764,91	3,00	87,71	382,00	0,29	1,49
12/02/2011	17,40	14,50	24,70	88,67	765,61	1,00	114,83	612,00	0,98	1,99
13/02/2011	17,22	14,50	23,80	90,54	765,20	1,00	115,63	494,00	0,89	1,93
14/02/2011	17,40	15,00	24,40	87,63	765,45	0,00	120,21	561,00	0,94	2,10
15/02/2011	17,64	13,90	25,80	86,63	765,24	6,00	123,75	452,00	0,96	2,16
16/02/2011	17,44	12,90	24,60	85,00	761,51	119,00	139,13	410,00	0,91	2,86
17/02/2011	22,13	19,30	26,70	81,26	709,24	0,00	157,21	411,00	0,67	2,22
18/02/2011	21,95	19,00	28,20	83,46	708,84	18,00	187,17	866,00	0,76	3,20
19/02/2011	22,10	18,70	28,50	83,00	708,11	23,00	168,08	720,00	0,85	2,94
20/02/2011	21,20	18,80	27,00	89,00	707,89	8,00	116,00	723,00	0,53	1,97
21/02/2011	21,41	18,50	28,40	84,83	707,95	7,00	125,08	688,00	0,61	2,22
22/02/2011	20,90	17,90	27,40	83,75	708,71	8,00	122,50	454,00	0,66	2,17
23/02/2011	22,36	18,00	29,90	72,96	707,96	0,00	189,79	799,00	0,92	3,37
24/02/2011	20,74	18,50	26,80	90,75	708,99	32,00	121,08	639,00	0,73	2,09
25/02/2011	20,63	17,50	27,20	84,08	709,74	8,00	137,12	614,00	0,51	2,51

26/02/2011	21,23	17,20	28,20	82,54	708,91	0,00	153,88	575,00	0,54	2,67
27/02/2011	20,63	17,20	26,40	83,75	708,77	0,00	104,71	573,00	0,48	1,84
28/02/2011	21,72	17,30	28,20	78,21	708,50	0,00	156,25	679,00	0,66	2,72
01/03/2011	20,87	17,90	27,60	84,96	708,34	9,00	152,67	697,00	1,08	2,68
02/03/2011	21,55	18,60	27,70	80,54	707,82	0,00	154,54	815,00	1,05	2,72
03/03/2011	21,28	17,10	28,90	82,96	707,86	1,00	150,88	781,00	1,11	2,79
04/03/2011	21,20	17,00	28,90	81,75	708,13	0,00	154,29	850,00	0,63	2,73
05/03/2011	20,75	17,30	28,40	82,17	708,73	5,00	166,21	824,00	0,83	2,88
06/03/2011	20,99	18,60	27,70	84,50	708,65	6,00	129,96	767,00	0,46	2,28
07/03/2011	21,29	18,00	29,60	81,54	708,33	9,00	180,71	744,00	0,84	3,06
08/03/2011	21,49	18,70	28,50	82,54	708,78	0,00	146,38	646,00	0,58	2,55
09/03/2011	19,40	17,30	22,40	96,38	709,95	61,00	53,75	277,00	0,20	0,93
10/03/2011	19,85	17,80	24,60	87,42	710,43	2,00	79,79	450,00	0,55	1,44
11/03/2011	21,85	18,00	28,40	72,21	709,86	0,00	244,29	929,00	1,10	4,21
12/03/2011	21,05	18,60	27,70	79,71	709,81	9,00	118,46	654,00	0,87	2,14
13/03/2011	21,35	18,40	28,30	77,50	709,13	0,00	149,50	768,00	1,15	2,81
14/03/2011	21,88	17,90	29,20	70,46	708,73	0,00	218,67	872,00	1,17	3,87
15/03/2011	21,83	18,40	29,10	76,54	709,22	0,00	169,67	812,00	0,99	3,13
16/03/2011	22,14	18,10	29,20	79,33	709,52	19,00	197,46	770,00	0,82	3,52
17/03/2011	21,95	18,70	29,50	80,75	709,07	0,00	177,42	823,00	0,70	3,16
18/03/2011	21,42	18,30	27,60	84,25	708,76	0,00	116,63	688,00	0,36	2,07
19/03/2011	20,84	18,00	27,40	86,88	708,66	7,00	114,88	521,00	0,38	1,95
20/03/2011	21,00	16,80	29,20	82,25	708,62	8,00	141,00	696,00	0,65	2,50
21/03/2011	20,60	17,20	28,10	81,96	708,66	3,00	176,58	745,00	0,81	3,07
22/03/2011	21,22	18,20	29,30	84,75	707,62	1,00	185,00	907,00	0,83	3,19
23/03/2011	20,87	18,80	28,20	87,67	708,00	6,00	157,58	762,00	0,85	2,70
24/03/2011	22,33	18,10	30,60	77,36	707,94	7,00	202,88	750,00	0,88	3,47

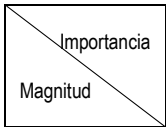
25/03/2011	21,35	19,10	29,10	87,29	708,73	10,00	113,46	544,00	0,54	1,96
26/03/2011	20,60	18,10	27,80	87,63	709,06	5,00	79,58	334,00	0,53	1,43
27/03/2011	22,07	17,10	32,20	74,63	708,29	2,00	217,83	904,00	1,24	3,92
28/03/2011	21,51	17,00	28,50	76,29	708,76	0,00	133,50	669,00	0,91	2,41
29/03/2011	21,55	15,50	31,50	73,54	709,33	4,00	174,29	634,00	1,00	3,11
30/03/2011	22,33	17,80	30,30	77,04	708,87	9,00	169,58	604,00	0,71	3,02
31/03/2011	22,32	17,50	31,10	72,38	708,62	0,00	168,96	847,00	0,97	3,18
01/04/2011	23,63	17,40	31,90	63,58	708,30	0,00	226,58	803,00	1,04	4,13
02/04/2011	22,66	18,20	31,40	74,83	708,62	1,00	175,04	772,00	0,84	3,09
03/04/2011	22,33	18,60	30,10	78,29	708,23	9,00	183,75	842,00	0,86	3,35
04/04/2011	20,86	18,20	28,50	88,42	708,64	7,00	129,63	687,00	0,55	2,23
05/04/2011	22,04	17,10	31,60	76,79	708,37	10,00	200,79	736,00	0,92	3,57
06/04/2011	21,06	18,10	28,20	87,40	709,56	7,00	174,88	992,00	1,95	2,37
07/04/2011	21,27	18,60	28,50	86,46	709,17	63,00	112,38	1,20	2,52	1,99
08/04/2011	21,88	18,00	30,00	78,67	708,61	9,00	185,83	3,80	4,55	3,18
09/04/2011	21,58	17,60	28,50	83,50	709,34	27,00	167,42	2,70	4,08	2,85
10/04/2011	20,87	18,10	28,00	86,79	710,15	2,00	149,42	3,30	3,52	2,60
11/04/2011	20,65	18,50	27,30	90,58	709,37	6,00	116,42	2,80	3,76	1,96
12/04/2011	20,33	18,50	25,60	93,54	709,50	12,00	105,33	2,40	2,32	1,74
13/04/2011	21,34	18,70	27,60	83,75	709,36	1,00	129,46	3,00	3,39	2,26
14/04/2011	22,13	18,90	29,80	81,17	708,35	13,00	228,17	4,30	4,55	3,92
15/04/2011	20,16	17,10	27,50	91,88	708,96	20,00	95,50	2,30	2,67	1,62
16/04/2011	20,46	16,10	29,60	81,13	708,81	0,00	113,00	1,70	3,28	1,98
17/04/2011	20,30	17,40	28,90	87,71	709,04	1,00	144,29	2,30	3,52	2,45
18/04/2011	21,15	17,80	27,70	82,88	709,25	2,00	151,08	650,00	1,20	2,20
19/04/2011	20,14	17,70	26,90	91,92	710,08	9,00	118,79	637,00	0,29	1,96
20/04/2011	21,10	17,40	28,40	82,92	709,14	0,00	159,83	793,00	0,65	2,79

21/04/2011	21,18	17,60	28,80	82,46	708,89	24,00	191,00	846,00	0,63	3,26
22/04/2011	20,00	18,10	25,50	92,50	709,64	20,00	96,29	450,00	0,21	1,61
23/04/2011	21,12	18,10	28,10	84,04	709,89	0,00	161,67	734,00	0,65	2,73
24/04/2011	21,97	17,20	29,80	77,75	709,08	0,00	218,42	804,00	0,75	3,71
25/04/2011	21,27	17,70	28,30	85,58	708,98	2,00	127,25	509,00	0,47	2,22
26/04/2011	22,03	17,30	29,50	76,63	708,89	1,00	161,75	651,00	0,48	2,79
27/04/2011	21,89	18,10	29,50	75,96	709,67	4,00	183,17	752,00	0,95	3,17
28/04/2011	22,06	17,40	30,00	75,63	709,93	0,00	225,50	814,00	1,00	3,96
29/04/2011	22,63	19,10	29,10	79,96	708,31	15,00	188,92	761,00	0,69	3,35
30/04/2011	22,13	18,50	29,60	80,50	707,46	2,00	169,88	826,00	0,88	2,99
01/05/2011	22,11	17,10	30,10	75,00	707,45	-	195,42	813,00	0,93	3,53
02/05/2011	23,05	17,90	31,40	71,21	708,00	-	155,33	662,00	0,79	2,86
03/05/2011	21,23	18,10	28,40	83,54	709,57	14,00	114,63	521,00	0,50	2,02
04/05/2011	21,56	18,00	28,00	79,21	709,68	-	138,17	625,00	0,72	2,50
05/05/2011	23,07	18,80	30,20	71,17	708,70	-	169,63	658,00	0,79	3,15
06/05/2011	23,50	18,10	31,30	67,08	708,74	-	229,04	849,00	1,12	4,18
07/05/2011	21,76	19,20	29,30	82,08	709,48	1,00	82,50	316,00	0,26	1,49
08/05/2011	21,61	18,60	28,10	80,50	709,04	1,00	92,42	473,00	0,34	1,67
09/05/2011	22,59	18,30	31,00	72,38	707,95	-	163,25	672,00	0,43	2,88
10/05/2011	22,88	17,70	31,10	72,88	707,84	-	218,21	819,00	1,09	4,01
11/05/2011	23,62	17,70	32,00	67,17	707,81	-	226,67	823,00	0,85	4,07
12/05/2011	23,95	19,20	31,20	72,67	707,99	17,00	204,08	832,00	1,00	3,72
13/05/2011	21,81	18,70	27,40	87,21	708,42	37,00	109,42	547,00	0,14	1,90
14/05/2011	20,82	19,00	26,00	93,33	709,35	28,00	98,75	614,00	0,30	1,71
15/05/2011	22,48	18,10	29,70	81,75	708,71	-	185,75	765,00	0,38	3,16
16/05/2011	21,69	18,50	29,10	86,92	709,27	19,00	129,21	767,00	0,36	2,22
17/05/2011	21,93	18,00	28,60	80,33	708,71	1,00	215,88	812,00	0,88	3,69

18/05/2011	21,89	19,00	28,60	82,92	709,19	23,00	151,46	681,00	0,85	2,75
19/05/2011	20,02	17,80	23,80	91,25	710,63	10,00	49,92	221,00	0,22	0,89
20/05/2011	22,03	17,30	28,90	74,46	709,67	6,00	249,33	824,00	0,94	4,25
21/05/2011	20,27	16,00	29,10	87,29	709,75	7,00	122,25	660,00	0,78	2,12
22/05/2011	20,91	15,50	29,00	79,17	710,15	-	196,67	805,00	0,85	3,41
23/05/2011	20,73	17,40	27,60	82,92	710,19	8,00	120,83	519,00	0,75	2,07
24/05/2011	22,10	15,80	30,70	72,58	709,32	1,00	202,17	704,00	0,84	3,50
25/05/2011	21,74	17,80	29,30	78,92	709,74	-	170,04	794,00	0,60	2,95
26/05/2011	20,58	18,10	25,90	88,29	710,49	13,00	114,38	496,00	0,46	1,91
27/05/2011	21,56	17,90	29,60	78,96	709,99	3,00	145,38	738,00	0,50	2,57
28/05/2011	20,72	16,90	27,40	79,75	709,21	-	121,88	554,00	0,65	2,13
29/05/2011	19,98	17,70	24,20	90,63	709,14	5,00	88,08	337,00	0,27	1,48
30/05/2011	20,53	18,00	25,00	90,17	709,49	6,00	100,83	379,00	0,25	1,67
31/05/2011	22,09	18,50	30,10	75,75	709,18	-	160,17	748,00	0,60	2,84
01/06/2011	22,33	17,30	30,20	74,83	708,86	-	158,38	588,00	0,59	2,87
02/06/2011	22,38	18,30	30,00	80,79	709,04	1,00	198,33	886,00	0,91	3,42
03/06/2011	20,84	18,30	27,50	87,83	710,01	33,00	119,04	606,00	0,43	2,04
04/06/2011	19,41	17,20	22,70	93,25	711,15	-	45,42	234,00	0,10	0,78
05/06/2011	20,26	16,20	28,40	81,42	711,09	4,00	134,79	726,00	0,46	2,32
06/06/2011	21,85	14,90	29,80	71,08	709,44	-	228,75	772,00	0,80	3,88
07/06/2011	22,31	18,10	29,60	73,46	710,10	-	200,67	770,00	1,07	3,54
08/06/2011	21,46	16,10	28,30	76,00	710,15	-	134,88	435,00	0,69	2,30
09/06/2011	22,81	16,00	32,10	69,46	709,65	-	190,67	759,00	0,70	3,33
10/06/2011	21,53	18,10	29,30	79,08	709,93	19,00	132,42	513,00	0,78	2,28
11/06/2011	20,66	17,00	30,50	82,92	709,99	33,00	126,79	551,00	0,47	2,14
12/06/2011	21,16	17,20	28,40	80,46	709,37	4,00	123,96	490,00	0,55	2,11
13/06/2011	20,44	17,90	27,40	88,79	710,21	6,00	118,25	689,00	0,20	1,98

14/06/2011	20,71	17,80	27,20	83,58	709,84	1,00	116,88	552,00	0,65	2,02
15/06/2011	20,66	17,50	27,70	79,79	709,75	-	108,75	513,00	0,51	1,86
16/06/2011	20,98	15,30	28,20	74,50	709,37	-	137,63	468,00	0,40	2,33
17/06/2011	22,42	17,50	30,30	72,04	709,36	-	183,29	658,00	0,70	3,18
18/06/2011	19,64	16,90	25,30	89,83	711,39	3,00	62,63	290,00	0,35	1,11
19/06/2011	22,32	15,20	30,80	68,29	709,49	-	228,13	751,00	0,91	4,00
20/06/2011	22,40	16,70	31,00	71,21	708,99	-	195,96	757,00	0,81	3,41
21/06/2011	21,53	16,50	28,90	75,42	709,25	-	179,04	696,00	0,87	3,10
22/06/2011	21,80	15,70	30,40	74,00	709,28	-	164,21	762,00	0,78	2,91
23/06/2011	20,71	16,60	27,20	81,00	709,77	1,00	115,17	417,00	0,34	1,88
24/06/2011	20,10	16,50	27,70	84,25	709,42	12,00	111,42	626,00	0,43	1,88
25/06/2011	21,88	16,40	30,30	70,50	709,31	-	183,96	673,00	0,77	3,18
26/06/2011	21,65	17,10	29,90	74,42	709,79	12,00	178,13	675,00	0,61	3,04
27/06/2011	20,98	16,30	28,90	77,08	710,65	12,00	181,67	798,00	0,59	3,04
28/06/2011	21,68	14,50	31,20	67,92	709,17	-	230,46	796,00	1,04	4,02
29/06/2011	21,75	15,30	30,10	68,96	708,44	-	208,58	765,00	0,90	3,64
30/06/2011	20,88	17,60	30,70	81,92	708,83	23,00	173,54	746,00	0,75	2,95
01/07/2011	22,06	16,80	30,60	71,21	708,88	-	218,38	780,00	0,75	3,76
02/07/2011	20,89	16,90	28,90	80,21	709,01	2,00	141,83	744,00	0,56	2,42
03/07/2011	21,82	15,20	30,10	68,25	708,86	-	222,25	824,00	1,08	3,95
04/07/2011	21,20	16,10	29,70	72,71	709,28	-	159,67	551,00	0,58	2,76
05/07/2011	21,47	17,60	28,70	75,83	709,27	1,00	147,00	583,00	0,92	2,59
06/07/2011	20,44	17,10	26,90	81,29	710,35	2,00	91,38	352,00	0,48	1,56
07/07/2011	21,60	17,30	29,80	66,50	710,46	0,00	157,92	3,50	5,28	2,89

Anexo O. Método de la matriz de Leopold



OBRAS, ACCIONES Y ACTIVIDADES DEL PROYECTO													
ACTIVIDADES AGRICOLA					OBRAS					ACTIVIDAD DE CONTROL			
Limpeza del lote	Ahoyado del lote	Siembra material vegetal	Fertilización	Riego	Excavación y tapado de zanjas para tubería	Construcción de tanque de almacenamiento	Instalación riego por goteo, microaspersión	Adecuación riego por surcos	Drenajes	Cercas de alambre y malla	Monitoreo fenología cultivo	Monitoreo variables climáticas	Monitoreo variables edáficas

RESUMEN				
No. DE INTERACCIONES			VALORES EXTREMOS	
IMPACTOS (+)	IMPACTOS (-)	TOTAL	MAYOR VALOR (+)	MENOR VALOR (-)

RECURSOS, CARACTERISTICAS Y FACTORES AMBIENTALES DEL AREA DE INFLUENCIA	RECURSOS NATURALES											
	FLORA	FAUNA	SUELO	PAISAJE	QUEBRADA BARBILLAS	CLIMA	VIAS	COMUNIDAD	PERSONAL CALIFICADO	EMPLEO	VEREDA FATIMA	MUNICIPIO LA PLATA
	6/5	7/6	7/6	7/5	7/6	7/5	7/5	7/5	7/5	7/5	7/5	7/5
		6/5	7/6	7/5	7/6	7/5	7/5	7/5	7/5	7/5	7/5	7/5
	7/5		7/6	7/5	7/6	7/5	7/5	7/5	7/5	7/5	7/5	7/5
			8/8	7/5	8/8	8/8	8/8	8/8	8/8	8/8	8/8	8/8
				10/7	10/7	10/7	10/7	10/7	10/7	10/7	10/7	10/7
				10/7	10/7	10/7	10/7	10/7	10/7	10/7	10/7	10/7
				7/5	7/5	7/5	7/5	7/5	7/5	7/5	7/5	7/5
				5/5	5/5	5/5	5/5	5/5	5/5	5/5	5/5	5/5
				7/5	7/5	7/5	7/5	7/5	7/5	7/5	7/5	7/5
				7/5	7/5	7/5	7/5	7/5	7/5	7/5	7/5	7/5

5	6	11	10/10	7/3	1
1	2	3	5/4	5/5	3
5	3	8	10/10	7/5	1
4	2	6	8/8	7/5	2
4	1	5	10/7	10/7	1
5	0	5	10/10	-	2
2	0	2	7/5	-	3
5	0	5	5/5	-	2
7	1	9	10/10	7/5	2
6	3	9	8/6	7/5	1
3	0	3	7/5	-	3
5	0	5	8/5	-	2

RESUMEN	No. DE INTERACCIONES	IMPACTOS (+)	IMPACTOS (-)	TOTAL	MAYOR VALOR (+)	MENOR VALOR (-)
		2	3	5	7	6
		2	-	5	2	8
	4	1	5	8	8	
5	6	7	4	7	10	
2	2	4	3	2	8	
2	1	3	1	1	10	
4	1	5	4	7	10	
3	1	4	2	6	10	
4	2	6	7	7	10	
5	2	7	6	5	7	
4	1	5	5	10	10	
5	1	6	6	7	10	
5	1	6	6	7	10	

RANGOS
1º [11 - 8]
2º [7 - 5]
3º [4 ≤]

2	3	2	2	1	3	3	2	3	2	2	2	1	1
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Impactos ambientales del proyecto preseleccionados según el método de la matriz de Leopold.

OBRAS, FACTORES AMBIENTALES E IMPACTOS		GRADO DE AFECTACIÓN		
		PRIMER GRADO	SEGUNDO GRADO	TERCER GRADO
Factores ambientales del área de influencia		<ul style="list-style-type: none"> - Quebrada Barbillas - Suelos - Flora - Empleo 	<ul style="list-style-type: none"> - Fauna - Paisaje - Vereda Fátima 	<ul style="list-style-type: none"> - Comunidad - Personal calificado - Vías - Municipio La Plata - Aire
Obras y actividades del proyecto		<ul style="list-style-type: none"> - Excavación y tapado de zanjias para tubería - Adecuación riego por goteo y microaspersión - Adecuación riego por surcos - Construcción de tanque de almacenamiento 	<ul style="list-style-type: none"> - Siembra material vegetal - Fertilización - Drenajes - Fertilización - Riego - Limpieza del lote 	<ul style="list-style-type: none"> - Cercas de alambre y malla - Monitoreo fenología del cultivo - Monitoreo variables climáticas - Monitoreo variables edáficas
Impactos ambientales del proyecto	Positivos	<ul style="list-style-type: none"> - Incremento de ingresos - Disponibilidad del recurso hídrico en el predio - Aplicación del recurso hídrico de forma oportuna y necesaria - Valoración de la tierra - Generación de empleo 	<ul style="list-style-type: none"> - Ampliación de la frontera agrícola - Incremento de productividad - Aumento de la oferta de maracuyá en el municipio de La Plata - Evacuación de excesos de sales - Aprovechamiento del recurso hídrico 	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento de comercio en la región - Mejoramiento paisajístico - Desarrollo de la región - Aumento de la inversión social
	Negativos	<ul style="list-style-type: none"> - Degradación del suelo por erosión - Remoción y volteo de horizontes de suelo - Deterioro paisajístico - Disminución de caudal aguas abajo - Sobreexplotación de suelos - Salinización 	<ul style="list-style-type: none"> - Contaminación de aguas subterráneas - Alteración del ecosistema - Desplazamiento de fauna - Disminución de la cobertura vegetal 	<ul style="list-style-type: none"> - Contaminación atmosférica
<p>Criterio para la selección de Impactos: Todos los Impactos Positivos de 1°, 2°, 3° grado de afectación y todos los impactos Negativos de 1° y 2° grado de afectación.</p>				

Fuente: Adaptación Alfredo Olaya. 2008.

Anexo P. Evaluación de impactos según el método de calificación ambiental de Arboleda

EVALUACIÓN DE IMPACTOS SEGÚN EL MÉTODO DE CALIFICACIÓN AMBIENTAL																								
PROYECTO: Estimación de los requerimientos hídricos en el cultivo de maracuyá																								
IMPACTOS AMBIENTALES	CLASE ©			PRESENCIA (p)				a	EVOLUCIÓN €			MAGNITUD (M)			b	DURACIÓN (D)			CALIFICACIÓN AMBIENTAL (Ca)			IMPORTANCIA AMBIENTAL (IA)		
	Smr	CMr	CMR	Smr	CMr	CMR	Smr		CMr	CMR	Smr	CMr	CMR	Smr		CMr	CMR	Smr	CMr	CMR	Smr	CMr	CMR	Smr
Remoción y volteo de horizontes del suelo	-	-	-	0,1	0,7	0,7	7	0,2	0,8	0,6	0,1	0,4	0,3	3	0,1	0,1	0,1	0,044	1,778	1,092	MB	MB	MB	
Degradación del suelo por erosión	-	-	+	0,1	0,7	0,6	7	0,2	0,7	0,5	0,1	0,4	0,2	3	0,1	0,6	0,3	0,044	2,632	0,96	MB	B	MB	
Disminución de flora natural del predio, así como de fauna característica de la zona	-	-	+	0,1	0,3	0,2	7	0,1	0,6	0,4	0,2	0,3	0,2	3	0,1	0,4	0,3	0,044	0,738	0,292	MB	MB	MB	
Generación de empleo	+	+	+	0,3	0,9	1	7	0,4	0,8	0,9	0,2	0,5	0,5	3	0,1	0,9	0,9	0,258	4,95	5,85	MB	M	M	
Disponibilidad del recurso hídrico en el predio	+	+	+	0,2	1	1	7	0,2	0,8	1	0,2	0,6	0,6	3	0,1	0,9	0,9	0,116	6,06	6,9	MB	A	A	
Delimitación de predios	+	+	+	0,1	0,7	0,8	7	0,2	0,6	0,8	0,2	0,4	0,5	3	0,1	0,8	0,8	0,058	2,856	4,16	MB	B	M	
Sobreexplotación de suelos	+	+	+	0,1	0,9	1	7	0,2	0,7	0,8	0,2	0,5	0,6	3	0,1	0,8	0,9	0,058	4,365	6,06	MB	M	A	
Aumento de la oferta de maracuyá en el Municipio de la Plata	+	+	+	0,1	1	0,9	7	0,2	0,8	0,9	0,2	0,4	0,4	3	0,1	0,9	0,9	0,058	4,94	4,698	MB	M	M	
Mejoramiento del paisaje	+	+	+	0,1	0,7	0,7	7	0,1	0,6	0,6	0,2	0,4	0,4	3	0,1	0,4	0,4	0,044	2,016	2,016	MB	B	B	
Aplicación del recurso hídrico de forma oportuna y necesaria	+	+	+	0	1	1	7	0,1	1	1	0,1	0,8	0,8	3	0,1	0,8	0,8	0	8	8	MB	A	A	
Aumento de recursos económicos para habitantes de predios	+	+	+	0,1	0,8	0,9	7	0,4	0,7	0,8	0,2	0,7	0,7	3	0,2	0,8	0,9	0,116	4,664	5,958	MB	M	M	
ORDEN DE VIABILIDAD AMBIENTAL																					2	2	1	

Fuente: Adaptación Alfredo Olaya. 2008

Smr: Sin cultivo Maracuyá y sin riego

CMr: Con Cultivo Maracuyá sin riego

CMR: Con Cultivo Maracuyá y con riego

