

**EVALUACION DEL EFECTO DEL RIEGO POR GOTEO Y MICROASPERSION
EN LA PRODUCTIVIDAD DEL CACAO – (*Theobroma cacao*)-CCN 51 EN UN
SUELO *Ustifluent tipic* EN LA ZONA CHONGON – PENINSULA DE
SANTA ELENA PROVINCIA DEL GUAYAS**

Jorge Romero y Jaime Proaño¹

RESUMEN

Esta investigación se realizó en la Granja Experimental Chongón, en el km 27.5 vía a la costa, Provincia del Guayas para evaluar el efecto del riego por goteo y micro-aspersión en la productividad del cacao clonal CCN51, con el fin de optimizar la utilización del agua en este cultivo. Los objetivos por los cuales se realizó este ensayo fueron los siguientes: Evaluar los parámetros agronómicos e hidráulicos del sistema de riego por goteo y micro-aspersión, determinar las necesidades hídricas para el cultivo de cacao CCN51 en plena producción, utilizando la tina de evaporación y el cenirómetro, y validar una tecnología adecuada para obtener la standarización del beneficio del CCN51. De la investigación realizada se pudo determinar que con el riego por goteo utilizando el 80% de las láminas de riego programadas, se obtiene rendimientos más elevados y no se produce detrimento en la producción anual por hectárea. Además con el beneficiado del cacao CCN51 por el método del presecado se obtiene un cacao de mayor calidad similar a la del cacao nacional en cuanto a composición física y química más no en aroma.

INTRODUCCION

A través del tiempo el cacao ha constituido una de las bases en la economía del país ya que ha sido considerado como de alta calidad en el mercado internacional, debido a esto el sector agrícola se ha visto incentivado a incrementar el área de producción del cultivo, mediante el adopción de la variedad clonal CCN-51 debido a sus características agronómicas y la implementación de tecnologías de riego que permiten optimizar los costos y los rendimientos

En la actualidad gran parte de la Península de Santa Elena ha incrementado la actividad agrícola debido a la existencia del proyecto de riego “TRASVASE DAULE – PENINSULA DE SANTA ELENA” construida por CEDEGE para regar aproximadamente unas 23.000 ha de las cuales apenas se riegan unas 6.000 ha. y de las características agro-climáticas que permiten el cultivo y desarrollo de este producto agrícola.

Es así que en zonas como La Chola se obtienen rendimientos de 40 a 55 qq/ha/año con un sistema tecnificado de producción, así mismo en el sector de Cerecita la producción alcanza los 40 a 43 qq, logrando una rentabilidad de 3 a 1 sobre el cacao nacional.

Por esta razón el cacao clonal Homero Castro (CCN 51- Colección Castro Naranjal) es de gran importancia desde el punto de vista económico además con una adecuada fermentación se puede lograr mayor aceptación y mejores precios en el mercado internacional.

Los objetivos que se buscan en esta investigación son:

Objetivo General

- Evaluar el efecto del riego por goteo y microaspersión en la productividad del cacao CCN 51 en un suelo *Ustifluent tipic*.

¹ Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Agraria del Ecuador. Correo electrónico: info@uagraria.edu.ec
www.uagraria.edu.ec

Objetivos Específicos

- Evaluar los parámetros agronómicos e hidráulicos del sistema de riego por goteo y micro-aspersión.
- Determinar las necesidades hídricas para el cultivo del cacao CCN 51 en plena producción, utilizando la tina de evaporación y el cenirómetro.
- Validar una tecnología adecuada para obtener la standarización del beneficio del cacao CCN 51.

METODOLOGIA

El presente estudio se llevó a cabo en la Granja Experimental Chongón, perteneciente a CEDEGE, localizada en el Km. 27 al margen izquierdo de la vía Guayaquil-Salinas, en la zona Chongón, Provincia del Guayas. El clima es tropical-seco. La ubicación geográfica de la granja es a 2° 14' latitud Sur y 80° 04' longitud Este.

Características Físicas del Suelo

La topografía del terreno es ligeramente plana entre el 1 – 2%, presentando en las zonas aledañas una topografía irregular con colinas y pendiente suaves, posee un buen sistema de drenaje natural.

Factores en Estudio

Son los sistemas de riego por micro aspersión y goteo; con una sola variedad, CCN51.

Tratamientos en Estudio

1. Riego por goteo con tres niveles de administración de agua: al 80%, 100% y 120% de la lámina de riego.
2. Riego por micro-aspersión con tres niveles de administración de agua: al 80%, 100% y 120% de la lámina de riego.

Diseño Estadístico

Se utilizó el diseño de “Parcelas divididas” (DPD), con dos tratamientos, cada uno con tres sub-tratamientos y cuatro repeticiones. –Figura 1–. Para comparar los promedios se usó la prueba de Tuckey al 5 % de probabilidades.

Tabla 1. Análisis de Varianza

	ANDEVA	
	F de V	GRADOS DE LIBERTAD
Repeticiones		3
Tratamientos		1
Error A		3
Subtratam.		2
Trat. X Subtrt		2
Error B		12
Total		23

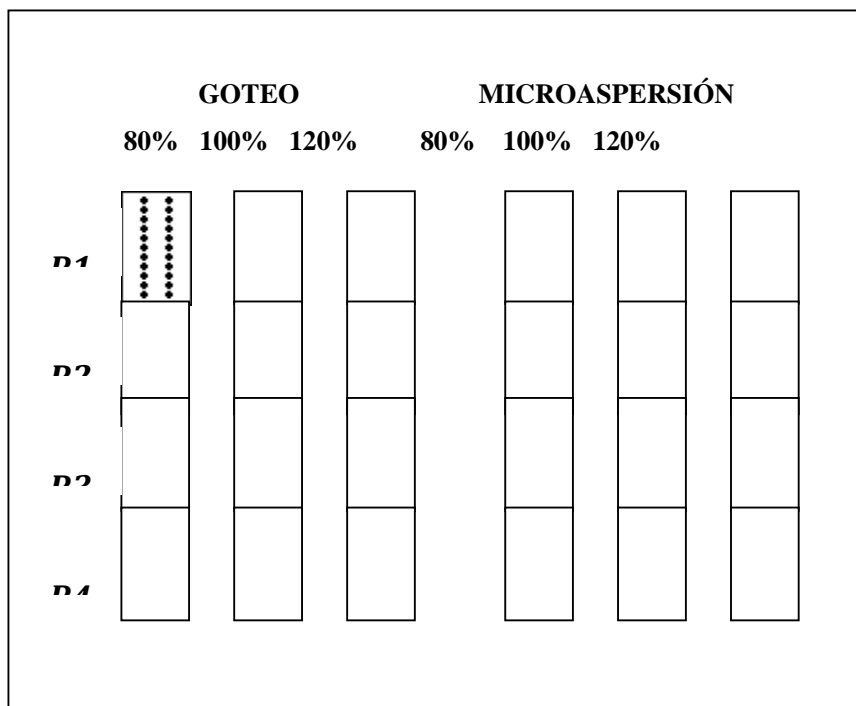


Figura 1. Esquema de distribución de los tratamientos en el ensayo

Descripción del Area de Estudio

La investigación se la realizó en una superficie de 3220 m², divididas en dos lotes. El lote 1 lo conforma el sistema de riego por goteo y el lote 2 por el sistema de riego por micro-aspersión. Ambos lotes cuentan con la variedad de cacao CCN 51 sembrada en tresbolillo con un marco de plantación de 2.5 por 2.5 m.

Descripción del Sistema de Riego

Los sistemas de riego utilizados para la investigación fueron por goteo y micro-aspersión.

Módulo de riego por goteo

El sistema de riego por goteo se encuentra distribuido a una línea de goteo por hilera de planta y a cuatro goteros por planta separados a 0.5 metros. El caudal medio de operación fue de 3.35 lt/hora.

Cultivo.....cacao
 Superficie.....1035 m²
 Edad.....12 años
 Emisor.....Katif (Plastro)
 Caudal del emisor.....3.35 lt/h
 Presión de operación.....1 bar
 Espaciamento:
 - Hileras: 2.5 m
 - Emisores. 0.5 m
 - Plantas: 2.5 m
 Emisores por planta.....4

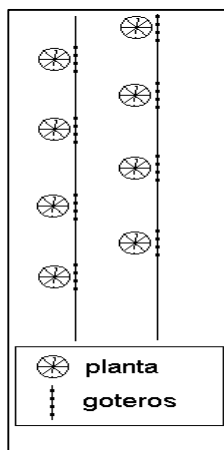


Figura 2. Disposición de los emisores de goteo en el ensayo.

Módulo de riego por micro-aspersión

El sistema de riego por micro-aspersión se encuentra distribuido a 3 m entre emisores y 3 m entre laterales. El caudal medio de operación es de 57.8 lt/hora.

- Cultivo..... cacao
- Superficie.....1530 m²
- Edad.....12 años
- Emisor.....JFR (Plastro)
- Caudal del emisor.....57.8 lt/h
- Presión de operación.....2 bar
- Espaciamiento:
 - Hileras: 2.5 m
 - Emisores. 3 m
 - Plantas: 2.5 m
- Emisores por planta.....1 emisor por cada tres plantas

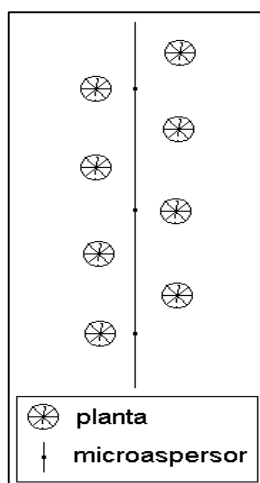


Figura 3. Disposición de los emisores de micro-aspersión en el ensayo.

Manejo del Experimento

Análisis de suelo

Se tomó muestras de suelo antes de realizar el trabajo de campo, para lo cual se recolectó sub-muestras, a profundidades de 0 - 25 cm. y 25 - 40 cm., las que se mezclan en un balde para homogenizarlas, luego se tomó aproximadamente un kilogramo y se va a colocó en una funda plástica con las siguientes especificaciones:

- Número de muestra
- Profundidad
- Área del terreno
- Nombre de la finca
- Ubicación de la finca

El mismo procedimiento se realizó para recolectar las dos capas de suelo y para cuantas muestras fueron necesarias, luego las muestras se enviarán al laboratorio para el análisis respectivo.

Evaluación de los Sistemas de Riego

La metodología utilizada en estas evaluaciones se tomó de la Publicación Técnica R-D3 “Evaluación de Sistemas de Riego” del proyecto IG – CV – 087 Estudio de métodos de manejo y control del riego en los principales cultivos de la península de Santa Elena, Provincia de Guayas, Ecuador.

Se realizó evaluaciones al sistema antes de iniciar la investigación y a mediados de la temporada de riego para determinar la uniformidad y la eficiencia de aplicación y de acuerdo a ello se estableció los correctivos a realizarse.

Evaluación del Sistema de Riego por Micro-aspersión y goteo

El CU se determinó en el campo mediante los siguientes pasos:

- Se puso en funcionamiento el módulo de acuerdo con las condiciones normales de funcionamiento.
- Se tomó cuatro tuberías laterales sobre la tubería terciaria o múltiple, extremo aguas arriba, un tercio aguas abajo, dos tercios aguas abajo y extremo aguas abajo
- Se midió las presiones al inicio y al final de cada tubería lateral, o sea ocho lecturas de presión.
- En cada tubería lateral se escogió un micro aspersor, en cuatro posiciones distintas: Al inicio, a un tercio, a dos tercios y al extremo de la tubería.
- Se midió el caudal de todos los emisores escogidos durante un minuto, es decir, 16 medidas de caudal. Se tomó las medidas en la planilla para evaluación del sistema de riego. Se calculó la media de los 4 valores más pequeños que representan el caudal mínimo de distribución por planta.
- Se calculó la media general de los 16 valores que representan el caudal medio de los emisores.

El coeficiente de uniformidad de distribución se obtuvo con la siguiente fórmula:

$$CU (\%) = \frac{\text{Caudal mínimo por planta}}{\text{Caudal medio por planta}} \times 100$$

Y se calculó la eficiencia de aplicación con la fórmula:

$$Ea (\%) = Ks \times CU$$

Donde:

CU: Coeficiente de uniformidad de distribución

Ks: Perdidas inevitables por percolación profunda, evaporación, etc.

Ea: Eficiencia de aplicación -5%-10% -.

El valor del coeficiente de uniformidad obtenido, se comparó con la siguiente tabla:

Tabla 2. Calificación de evaluación de sistemas de riego

Valor del Coeficiente de Uniformidad	Calificación
> - 94%	Excelente
86 - 94%	Buena
80 - 85%	Aceptable
70 - 79%	Pobre
< 70%	Inaceptable

Tina de Evaporación

Para obtener la Evapotranspiración del cultivo de referencia se utilizó la Tina de Evaporación Standard Tipo A por ajustarse a las condiciones locales por ser manejable para la obtención de datos.

El tanque es un cilindro de hierro galvanizado, que resiste la corrosión, su diámetro interior es de 120,7 cm y de 25,4 cm de altura. Debe estar colocada sobre una plataforma de madera tipo pallet a campo abierto y sin ningún cultivo alrededor.

Dentro del tanque se instaló un pozo quietador de 10 cm de diámetro, agujereado en el fondo. La finalidad de este cilindro o pozo es mantener en reposo el nivel de agua para hacer las lecturas.

Medición de la Evapo-transpiración

Las lecturas que se registraron diariamente se colocarán en las tablas de datos a las 8:00 de la mañana. Para poder calcular la Evapotranspiración del cultivo (Eto.) se necesita el coeficiente de la Tina (Ktan), que se lo determina del manual # 24 de la FAO, donde intervienen parámetros de viento, humedad relativa y distancia a barlovento de la plantación.

La evaporación de un día, fue dada por la diferencia de las lecturas hechas del día actual y la del día anterior, entonces obtendremos la Evaporación (Etan).

Para determinar la Evapotranspiración (Eto), se utilizó la fórmula:

$$Eto = Etan \times Ktan.$$

Donde:

Eto: Evotranspiración del cultivo de referencia (mm/día).

Etan: Evaporación media diaria del Tanque Evaporímetro (mm/día).

Ktan: Coeficiente del Tanque Evaporímetro Clase “A”.

Coeficiente del cultivo de cacao (Kc)

El Kc para el cultivo de cacao fue tomado de la publicación R-D4 (Manejo y programación del riego en base a datos climático) publicado por la Universidad Agraria del Ecuador como parte del proyecto IG-CV-087 financiado por el PROMSA.

Para las cuatro etapas fenológicas del cultivo de cacao el valor de Kc es de 0.90 (cultivos en producción).

Programación de Riego en base a la Tina de Evaporación

Una vez que disponemos de todos los datos necesarios que se describen anteriormente se realizó la Programación del riego –ver resultados –, donde se determinan parámetros como: lámina de riego, cantidad de agua a aplicar, tiempo de riego, etc; mediante la utilización de las siguientes fórmulas.

$$Lb = \frac{Eto \times Kc}{Ef}$$

Donde:

Eto: Evapotranspiración potencial en milímetros por día (mm / día).

Lb: Lámina bruta de riego en milímetros (mm)

Kc: Coeficiente de Cultivo (adimensional)

Ef: Eficiencia del Sistema de riego

$$Vap = \frac{Lb ((Eh \times Ep) \times Par)}{D}$$

Donde:

Vap: Volumen de agua por planta en litros por planta por día (Lt/plan/día)

Lb: Lámina bruta de riego

Eh: Espaciamiento entre hileras en metros (m)

Ep: Espaciamiento entre plantas en metros (m)

Par: Porcentaje de área bajo sombra del cultivo en centésimas (80% = 0.80)

D: Días de intervalo de riego

$$Ti = \frac{Vap}{Qe \times Nep}$$

Donde:

Ti: Tiempo de riego en horas

Vap: Volumen de agua por planta en litros por planta por día (Lt/plan/día)

Qe: Caudal medio del emisor en litros por hora (Lt / h).

Nep: Número de Emisores por planta

$$V = \frac{\text{Vap} \times \text{Pha} \times A}{1000}$$

Donde:

V: Volumen de agua a utilizarse en la parcela en metros cúbicos por día (m³ /día)

Vap: Volumen de agua por planta en litros por planta por día (Lt/plan/día)

Pha: Número de plantas por Hectárea

A: Área de la parcela en Hectáreas (ha)

Los resultados se los presenta en planillas debidamente elaboradas. –ver resultados

Programación de riego en base al cenirrómetro

El tanque cenirrómetro considera el suelo como un reservorio de agua para las plantas y aprovecha el concepto del balance hídrico natural como una alternativa de carácter práctico que permite decidir, por inspección visual del nivel del agua en un recipiente plástico, el momento oportuno del riego.

Retomando la ecuación simplificada del balance hídrico, tenemos:

$$LASf = LASi + \sum_{i=1}^n (P + R - Et)t$$

Después de aplicar un riego, se repone la lámina de agua rápidamente aprovechable (LARA) y el perfil del suelo estará a capacidad de campo. Desde luego, la lámina de agua en el suelo LASi después del riego, es igual a LARA. Este mismo fenómeno puede ocurrir después de una lluvia fuerte.

$$LASi = LARA$$

$$LASf = LARA + \sum_{i=1}^n (P + R - Et)t$$

Después de transcurrido un tiempo, la LARA disponible en el suelo se va agotando; por consiguiente, el valor de LASf determinado por la ecuación del balance se acerca a cero, siendo necesario regar:

$$O = LARA + \sum_{i=1}^n (P + R - Et)t$$

La evaporación del tanque clase A (USWB: United States Weather Bureau), está estrechamente relacionada con la evaporación registrada en un tanque cilíndrico de color claro (material plástico) con 26 a 30 cm de diámetro y 35 a 40 cm de altura, denominado “Cenirrómetro”.

Al despejar LARA, donde se puede visualizar que solamente se aplicarán riegos cuando se haya consumido toda el agua rápidamente aprovechable (LARA); desde luego R=O. Esto indica que cuando la suma acumulada de los valores diarios de evapo-transpiración menos la precipitación se acercan al valor numérico de LARA, en ese momento, el suelo está muy seco y es necesario aplicar riego.

$$LARA = \sum_{i=1}^n (Et - P)t$$

En el tanque cenirrómetro se involucra la edad del cultivo con el valor de K, para convertir la evaporación en evapo-transpiración actual (Et), y la capacidad de almacenamiento de humedad del suelo o lámina de agua rápidamente aprovechable. El hecho de que la precipitación sea o no efectiva está determinado por la capacidad de almacenamiento existente en el suelo cuando ocurre la precipitación.

El tanque cenirrómetro tiene definida la máxima capacidad de almacenamiento de agua rápidamente aprovechable (LARA) por medio de un orificio por donde drena el exceso de agua. El riego será programado visualmente cuando el nivel del agua en el tanque se acerque a una de las dos marcas de referencia, correspondiendo la marca inferior al control para los primeros 4 meses y la marca superior al control durante el periodo de 4 a 10 meses.

La distancia entre el orificio vertedero de excesos y las marcas de control se calcula a partir de las siguientes relaciones:

$$EVA = C \times EVC$$

$$Et = EVA \times K$$

$$Et = (C \times EVC) \times K$$

Beneficiado

Se lo realizó según el siguiente cronograma:

Método cajón	Método presecado
<ul style="list-style-type: none"> - Se cosechó las muestra a evaluar. - Se tomó el peso húmedo de las almendras. - Se colocó la muestra en el cajón. -Se cubrió con plástico negro. - Se dejó escurrir hasta el día siguiente. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se cosechó las muestra a evaluar. - Se tomó el peso húmedo de las almendras - Se colocó la muestra en un saco de yute. - Se colgó el saco para un mejor escurrido.
<ul style="list-style-type: none"> - Se removió la muestra. -Se cubrió con el plástico. 	-Se sacó la muestra al tendal para comenzar el presecado.
<ul style="list-style-type: none"> -Se removió la muestra. - Se cubrió con el plástico 	-Se recogió la muestra del tendal en un saco de yute. Se cubrió la muestra con plástico negro.
<ul style="list-style-type: none"> -Se removió la muestra. - Se cubrió con el plástico 	- Se volteó la muestra dentro del mismo saco.
<ul style="list-style-type: none"> -Con un termómetro digital, se tomó la temperatura de la muestra. -Se sacó la muestra del cajón y se la puso en el tendal para el secado. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se tomó la temperatura de la muestra. - Se volteó la muestra dentro del mismo saco.
<ul style="list-style-type: none"> - Se removió la muestra en el tendal. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se tomó la temperatura de la muestra en el saco. - Se llevo la muestra al tendal para su secado definitivo.
<ul style="list-style-type: none"> - Se removió la muestra en el tendal. 	- Se removió la muestra en el tendal.
<ul style="list-style-type: none"> - Se removió la muestra en el tendal. 	- Se removió la muestra en el tendal.
<ul style="list-style-type: none"> - Una vez seca se recogió la muestra del tendal. - Se tomó el peso de la muestra. 	<ul style="list-style-type: none"> - Una vez seca se recogió la muestra del tendal. - Se tomó el peso de la muestra.

RESULTADOS

Datos obtenidos del suelo. Descripción taxonómica

El suelo donde se llevó a cabo el ensayo, está clasificado como *Ustifluent típico* con las siguientes características: ubicación en terraza alta aluvial del río Chongón; alternancia de horizontes discontinuos, contenido de arcilla (<60% arcilla); características vérticas; epipedón ocrizo, régimen de humedad del suelo ústico. En la Tabla 3 se describe detalladamente el perfil en las distintas capas según su profundidad, y en la Tabla 4 se muestra los resultados del análisis químico del suelo donde se realizó el ensayo. En él se observan los porcentajes de arcilla, arena y limo, concentraciones de calcio, magnesio, potasio y sodio además proporciona información sobre el pH, materia orgánica y conductividad eléctrica, datos necesarios para utilizar el programa Soil water y obtener parámetros agronómicos del suelo.

Tabla 3. Descripción del perfil del suelo.

Horizontes	Profundidad Cm	Características
A	0 – 33	Franco arcillo limosos, gris muy oscuro 10YR3/1 (H); estructura blocosa subangular; medios y gruesos, grado fuerte; firme (H); adherente y plástico (H); muchas raíces gruesas, medianas y finas (60%); muchos macro y micro poros tubulares; sin manchas de color; no hay reacción calcárea; pH 6,7; límite gradual (iluviación) plano.
C1	33 – 66	Franco; pardo amarillento 10YR5/6 (H); masivo laminar débil (H); muy friable (H); adherente y ligeramente plástica; muchos poros finos, tubulares; muchas raíces gruesas; medianas (35%); no hay reacción al CIH; manchas frecuentes, rojizas, difusas; límite claro, plano; pH 6.5
C2	66 – 130+	Arcilla; pardo grisáceo muy oscuro (H); muy firme, muy adherente; muy plástico (H); pocos macro poros tubulares; pocas raíces (5%) medianas y finas; no hay reacción al CIH; no hay manchas; pH 7,0.

Tabla 4. Resultados del análisis químico del suelo de la Granja Chongón- Provincia del Guayas.

Horizonte	Prof. (cm)	Textura				pH	MO	CE	Ca	Mg	K	Na	RAS%	PSI%
		%A C	%A	%L	Clas e		%	ds/m	me/litro			Soluc.	Soluc.	
A1	0 – 16	20	13,2	66,8	FL	6.7	0.88	0,36	1,9	1,4	0,10	0,7	0,54	0,0
	16 – 33	34	16,4	4,6	FAL	6.6	1.63	0,41	2,2	1,6	0,13	0,8	0,58	0,0
C1	33 – 49	24	32,2	43,8	F	6.6	0.95	0,22	1,3	0,8	0,14	0,9	0,88	0,0
	49 – 66	20	33,0	47,0	F	6.5	0.95	0,20	1,0	0,7	0,12	0,6	0,65	0,0
C2	66 – 130+	48	19,0	33,0	A	7.0	0.74	0,40	2,1	1,8	0,15	0,7	0,50	0,0

Interpretación del perfil del suelo

Del proyecto AG – CV –018 de la Universidad Agraria del Ecuador se obtuvo la siguiente interpretación para el suelo de la granja Chongón:

- **Suelo** aluvial profundo, de textura moderadamente fina / media / fina, grietas angostas en A1 (<1.5 cm).
 - **pH**: Ligeramente ácido (6,6).
 - **CE – Conductividad eléctrica (dS/m)**: No salino (<0.4).
 - **PSI.- Porcentaje de Sodio Intercambiable**: no sódico, suelo normal cuando CEe <2 ds/m y PSI <15%.
 - **Carbonatos (meq/100g)**: Bajo contenido (<4).
 - **Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC –meq/100g)**: Muy alta (<30).
- Carbono orgánico (CO%)** : Muy bajo (<1%).

Coefficiente de Uniformidad

Para el sistema por goteo cuyo tiempo de evaluación fue de 2 minutos, se obtuvo un CUC del 84% considerado ACEPTABLE según la tabla de calificación elaborada por el PROMSA, mientras que para el sistema de micro-aspersión con un tiempo de evaluación de 1 minuto, el CUC fue del 88% considerado BUENO.

Programación de riego en base a la evaporación de la tina y al cenirómetro

Se consideró parámetros como el coeficiente del cultivo –Kc–, la eficiencia y la uniformidad de los sistemas de riego. Así tenemos en la programación de la tina que para el 80% de la lámina en goteo, el consumo es de 1023,93 mm/año, 1279,92 mm para el 100% y 1535,90 mm para el 120%. Mientras que para micro-aspersión para el 80% la lámina es de 1150,60 mm, 1438,25 mm para el 100% y 1725,90 para el 120% de la lámina. Nótese que los consumos de agua aumentan proporcionalmente con el porcentaje de la lámina. Lo mismo ocurre en la programación basada en el cenirómetro es 1225,80 mm corresponden al 80% de la lámina de goteo, 1532,26 mm para el 100% y 1838,62 mm para el 120%. En micro-aspersión el 80% tiene un consumo de 1377,45 mm, el 100% con 1721,80 mm y el 120% con 2066,16 mm.

Los consumos en el sistema de micro-aspersión sea por la tina o por el cenirómetro son un 12% mayores que los consumos en riego por goteo en cualquiera de sus láminas, por ejemplo el consumo obtenido en el 80% de la lámina de goteo en base a la tina de evaporación -1052,97 mm-, es un 12% en el 80% de la lámina por micro-aspersión en base a la tina -1183,23 mm-. En cambio, los consumos obtenidos en base al cenirómetro son mayores en un 18% a los consumos basados en la tina de evaporación.

Láminas aplicadas durante el ensayo

Las láminas aplicadas aumentan proporcionalmente con los porcentajes –80%,100% y 120%– de la lámina de riego, esto sucede en ambos sistemas de riego. Junto a los valores de cada lámina se encuentran su conversión en volúmenes de agua aplicados. Véase también que a partir del mes de mayo las láminas aplicadas en todos los tratamientos disminuyen en comparación con el mes anterior, esto se debe a que se decidió regar de acuerdo con la lectura de los tensiómetros, ya que las lecturas de la tina sobredimensionaban la lámina a aplicar cuando el suelo aún estaba en capacidad de campo.

La comparación de las láminas programadas en base a la tina de evaporación y al cenirómetro demuestran que: La primera fue programada desde el 9 de enero del 2006 hasta el 7 de enero del 2007 con un total de 364 días de riego programados. Teniendo así láminas anuales de 1023,93 mm para goteo al 80% de la lámina, 1279,92mm para goteo al 100%, 1535,90 para goteo al 120%, 1150,60 mm

para micro-aspersión al 80%, 1438,60 mm para micro al 100% y 1725,90 mm para micro al 120%; cada una de estas láminas. La programación en base al cenirómetro se realizó desde el 6 de marzo del 2006 hasta el 7 de enero del 2007 alcanzando los 308 días de riego programados. Nótese que las láminas basadas en el cenirómetro, son más altas que las de la tina a pesar de tener un tiempo de programación más corto. Observe las láminas aplicadas, éstas fueron suministradas en 186 días de riego para goteo y 181 días para micro-aspersión durante el ensayo que se inició el 9 de enero del 2006 y concluyó el 7 de enero del 2007; en este caso los días de riego son menores debido a que se recurrió al uso de tensiómetros a partir del mes de mayo.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Después de los análisis y resultados de esta investigación he llegado a concluir lo siguiente:
- Con una uniformidad de riego, del 88% en micro-aspersión y 84% en goteo se garantiza una óptima distribución del agua en el cultivo.
- La utilización de tensiómetros en el riego nos proporciona un mayor control en cuanto a la aplicación de las láminas programadas para evitar así encharcamientos o deficiencias de agua en un cultivo.
- Los demandas de agua en el sistema de micro-aspersión, son mayores en un 12% a las del sistema de goteo.
- Regando con el 80% de la lámina programada para el sistema por goteo, se obtiene mayores rendimientos que cuando utiliza el 100% y 120% de la misma, debido a que en las almendras el contenido de agua se reduce pero no así la parte sólida de las mismas.
- El rendimiento por hectárea con cero fertilizaciones, utilizando el riego por goteo al 80% de la lámina programada, alcanza los 44 qq/ha/año, siendo superior a los 37 qq, obtenidos con riego por micro-aspersión, lo que ratifica la efectividad del primero debido a la menor cantidad de agua requerida.
- Con el método del presecado en el proceso de beneficiado del cacao CCN51, se obtiene un producto con calidad superior al método del cajón y además muy parecida a la del cacao nacional.
- Se recomienda evaluaciones periódicas de los sistemas, y mantener la uniformidad de riego por encima del 80%.
- Se recomienda el uso de tensiómetros en el riego con el fin de optimizar los volúmenes de agua utilizada en el cultivo y por ende la inversión económica realizada.
- Se recomienda la implementación del riego por goteo con la aplicación del 80% de la lámina programada para el cultivo de cacao CCN51.
- Se recomienda estudios de la aplicación de láminas de riego conjuntamente con un programa de fertirrigación.
- Se recomienda que el beneficiado del cacao CCN51, se lo realice por el método del presecado, para alcanzar una calidad de aceptación internacional. Este método resulta una buena opción para los pequeños productores quienes manejan mínimas cantidades, y en asociación pueden juntar grandes volúmenes y obtener altas temperaturas que permitan la muerte del embrión en el proceso de fermentación.

BIBLIOGRAFIA

- Ayers y Westcot. 1987. La Calidad de Agua en la Agricultura. Estudio FAO Riego y Drenaje. Roma – Italia.
- Braudeau , J. 1979. El Cacao. Ed. Blume Trad. Barcelona – España.
- Burt. *et al.* 1998. Fertirriego en los cultivos.
- Castro, J. 2000. La Sostenibilidad de la Demanda del Cacao Ecuatoriano en el Mercado Mundial depende de la Calidad del Producto Exportado. Tesis Msc. Universidad Internacional SEK. Quito – Ecuador.
- Cedege. 2002. Manual Técnico de los Principales Cultivos Experimentados en las Granjas de Cedegé en la Península de Santa Elena. Guayas – Ecuador.
- Domínguez, A. 1996. Fertirrigación. Segunda Edición. Madrid-España.
- Enriques, G. 1995. Beneficio del Cacao. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias – INIAP –. Boletín Divulgativo N. 254. Quito – Ecuador.
- Espinosa, J. 2003. Seminario Taller El análisis de suelo para el diseño de Recomendaciones de Fertilización. Guayas –Ecuador.
- Espinosa, J. y F. Mite. 2006. Manejo por sitio específico del cacao basado en sistemas de información geográfica. Guayaquil – Ecuador.
Consultado el 4 de abril del 2007.
[http://www.ipni.net/ppiweb/ltamn.nsf/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/4d2632349089a7d68525713f00534e89/\\$FILE/Manejo%20por%20Sitio%20Especifico.pdf](http://www.ipni.net/ppiweb/ltamn.nsf/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/4d2632349089a7d68525713f00534e89/$FILE/Manejo%20por%20Sitio%20Especifico.pdf)
- FFEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA –FNCC –. 1991. El cultivo de Cacao. Bogotá – Colombia.
- HAGIN Y LOWENGART-AYCICEGI. 1999. Fertirriego en los cultivos.
- INFOAGRO. 2003. El cultivo de cacao.
Consultado: 15/dic/2004. <http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/cacao.asp>
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA DEL ECUADOR. -MAG-. 2006. Beneficiado del cacao.
Consultado el 15 de enero del 2006
- ORGANIZACION MUNDIAL DEL COMERCIO – OMC –. 2001. Desarrollo de productos y mercado. Guía de práctica comercial.
- Pérez y Col. 1993. Salinidad de los suelos.
- Proaño, J. 2005. Estudio de los Procesos de fermentación para el Cacao Clonal “Colección Castro Naranjal” y Elaboración de la Preinversión para el Desarrollo de 5000 ha. En el área de influencia del Proyecto Tránsito – Daule – Península de Santa Elena, Provincia del Proyecto Univ. Agraria del Ecuador/MAG. Guayas – Ecuador.
- Proexant. 1992. Nuevos Productos de Exportación. Manual de Cacao. Quito-Ecuador.

- PROGRAMA NACIONAL DEL CACAO – PNCC –. 1992. El cultivo de cacao. Al servicio del productor ecuatoriano. Ecuador.
- PROMSA. 2004. Manejo y programación del riego en base a datos climáticos. Publicación técnica R-D4. Guayaquil – Ecuador.
- PROMSA. 2004. El tensiómetro. Publicación R-D2. Guayaquil – Ecuador.
- PROMSA. 2004. Estudios de metodologías para la validación de un modelo predictivo para el manejo y control de la salinidad del suelo y del agua en la península de Santa Elena, provincia del Guayas, Ecuador. Proyecto AG-CV-018. Universidad Agraria del Ecuador. Guayaquil – Ecuador.
- Richards, L. 1990. Diagnóstico y Rehabilitación de Suelos Salinos y Sódicos. Editorial Limusa. EEUU.
- Scaife y bar-Yosef. 1995. Fertirriego en los cultivos.
- Shamsher, sing. H. et al. 1978. Café, Té y Cacao. Perspectivas del mercado y financiamiento para el desarrollo. Ed. Tecnos. Madrid – España.
<http://www.samconet.com/productos/producto96/descripcion96.htm>