



Julio 2019 - ISSN: 2254-7630

## INFLUENCIA DE CUATRO MÉTODOS DE RIEGO EN EL CUAJADO DEL FRUTO DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) EN LA ZONA DE MILAGRO, PROVINCIA DEL GUAYAS

**Autor: Arboleda Acosta Alexi Alfredo**  
Estudiante Universidad Agraria Del Ecuador,  
[aarboledaacosta@gmail.com](mailto:aarboledaacosta@gmail.com)

**Coautor: Ing. Navarrete Cornejo Alexandra Aracely Ms.C.**  
Docente Universidad Agraria Del Ecuador,  
[anavarrete@uagraria.edu.ec](mailto:anavarrete@uagraria.edu.ec)

**Coautor: Cpa. Angulo González Alex Javier Ms.C.**  
Docente Universidad Agraria Del Ecuador,  
[aangulo@uagraria.edu.ec](mailto:aangulo@uagraria.edu.ec)

**Coautor: Ing. Moran Sánchez Nuvia Lucrecia Ms.C.**  
Docente Universidad Agraria Del Ecuador,  
[nsanchez@uagraria.edu.ec](mailto:nsanchez@uagraria.edu.ec)

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Arboleda Acosta Alexi Alfredo, Navarrete Cornejo Alexandra Aracely, Angulo González Alex Javier y Moran Sánchez Nuvia Lucrecia (2019): "Influencia de cuatro métodos de riego en el cuajado del fruto de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la zona de Milagro, provincia del Guayas", Revista Caribeña de Ciencias Sociales (julio 2019). En línea

<https://www.eumed.net/rev/caribe/2019/07/metodos-riego-cacao.html>

### RESUMEN

La aplicación de riego en las plantaciones de cacao, es una labor de suma relevancia debido a que va a ser el factor fundamental que determinara la productividad del cultivo, por tanto, se ha previsto evaluar la influencia de cuatro métodos de riego en el momento de cuajado del fruto de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la zona de Milagro, provincia del Guayas. El factor de estudio es la implementación de varios sistemas de riego como lo son: riego por aspersión, riego por micro aspersión, riego por cañón aspersión y riego por goteo. Este ensayo se lo realizó con la selección de 12 plantas al azar, donde se evaluaron cuatro tratamientos que corresponde a los sistemas de riego antes mencionada; para ello se utilizó un diseño anidados con dos factores, considerando las muestras independientes. Se evaluaron las siguientes variables de estudio: Número de flores antes del riego, número de flores después del riego, cantidad de botones florales, número de frutos cuajados, siendo esta variable quien determina que el sistema de riego por microaspersión es el recomendable para el cultivo de cacao, siendo el T2 (Riego por micro aspersión) quien muestra el mayor promedio con 40 frutos cuajados, además es importante que al momento de instalar el sistema de riego la altura del muñeco debe estar a 15 o 20 cm, por considerar que a esta altura no afecta la producción floral, mientras que el T4 (Riego por cañón aspersión) presenta el menor valor numérico con 34 frutos cuajados. También es importante combinar los sistemas de riego con una buena fertilización para aumentar el rendimiento del cultivo de cacao, evitando que

este en plena floración debido a que hay productos que son abortivos, así como evaluar el sistema de riego por microaspersión el caudal y las propiedades físicas del suelo en otros ensayos.  
Palabra claves: Cacao-Sistemas de riego-Producción-Microaspersión-Rendimiento.

## **ABSTRACT**

The application of irrigation in cocoa plantations is a very important task because it is going to be the fundamental factor that determines the productivity of the crop, therefore, it is planned to evaluate the influence of four irrigation methods on the fruit set of the cacao fruit (*Theobroma cacao* L.) in the miracle zone, province of Guayas. The study factor is the implementation of several irrigation systems such as: sprinkler irrigation, micro-sprinkler irrigation, sprinkler irrigation and drip irrigation. This test was carried out with the selection of 12 plants at random, where four treatments were evaluated corresponding to the aforementioned irrigation systems; For this, a nested design with two factors was used, considering the independent samples. The following study variables were evaluated: Number of flowers before irrigation, number of flowers after irrigation, number of flower buds, number of fruits set, this variable determines who is the best irrigation system for micro-sprinkling of cocoa, being the T2 (Irrigation by micro sprinkling) who shows the highest average with 40.4 fruit set, It is also important that at the time of installing the irrigation system the height of the doll should be 15 or 20 cm, considering that at this height does not affect the floral production, while the T4 (Irrigation by spray gun) has the lowest value numerical with 34 fruit set. It is also important to combine irrigation systems with good fertilization to increase the yield of the cocoa crop, avoiding it in full bloom because there are products that are abortive, as well as evaluate the irrigation system by micro-sprinkling the flow and properties physical properties in other trials.

Keyword: Cocoa-Irrigation systems-Production-Microaspersión-Yield.

## **1. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Antecedentes del problema**

El árbol de cacao (*Theobroma cacao* L) es normalmente pequeño, que mide entre 4 y 8 metros de alto; el tallo es recto, la madera de color claro, casi blanca, y la corteza es delgada, de color café. El fruto puede alcanzar una longitud de 15 – 25 cm; contiene entre 30 - 40 semillas, que una vez secas y fermentada se convierte en cacao en grano; las semillas son de color marrón rojizo en el exterior y están cubierta de una pulpa blanca y dulce. Para obtener una producción ideal, los arboles de cacao necesitan una precipitación anual entre 1150 y 2500 mm y temperatura entre 21°C y 32°C.

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es una planta tropical que crece en climas cálidos y húmedos, concentrándose su producción en una banda estrecha de no más de 20 grados al norte y al sur de la Línea Ecuatorial. Se presume que es originario de la Amazonía (bosques tropicales de América del Sur) y que más tarde se extendió a América Central, en especial México (LÓPEZ VERA, 2012).

El manejo del cultivo fue extensivo en Mesoamérica, y luego cultivado intensivamente por los Mayas, luego de la llegada de los Europeos a América el cultivo de cacao se extendió al caribe, Asia y África, y hoy en día pan tropical Actualmente, el cacao se cultiva en más de 60 países, la producción mundial se concentra en África occidental, Centro y Sudamérica y las regiones tropicales de Asia (Mendoza Villanueva, 2013).

El cacao es el producto de exportación más antiguo del Ecuador, desde la época colonial, y se ha continuado vendiendo al exterior durante la exportación bananera y el boom petrolero “La producción del cacao en Ecuador representa uno de los principales rubros dentro del sector agropecuario, siendo una importante fuente de ingresos para el país” (Schmid, 2013).

Es fundamental conocer la fisiología y funcionamiento básico de las partes principales y estructuras que conforman a la planta. Esto permite comprender en forma sencilla aspectos eminentemente prácticos como podas, fertilización al suelo o foliar, aumento de producción, crecimiento y desarrollo a través del tiempo, con la finalidad de disponer con elementos adicionales para mejorar la producción y productividad de una plantación (BALÓN FIGUEROA, 2015).

La aplicación de riego en las plantaciones de cacao, es una labor de suma relevancia debido a que va a ser el factor fundamental que determina la productividad del cultivo. Sin embargo cabe recalcar que la selección de un sistema de riego es una parte importante en la aplicación del

mismo, debido a que el cacao es una planta caudiflora es decir sus flores se forman en los tallos, y de usar un sistema inadecuado puede ocasionar pérdida del porcentaje de inflorescencias lo que se traduce como una reducción en el número de frutos.

## **1.2. Planteamiento y formulación del problema**

### **1.2.1 Planteamiento del problema.**

El Ecuador mantiene aproximadamente una superficie de 400000 ha de cacao. Es uno de los productos agrícolas más importantes en el país, porque genera gran cantidad de divisas y es el medio de sustento de cerca gran cantidad de pequeños, medianos y grandes productores.

La falta de tecnología y capacitación a los agricultores sobre el manejo de las labores del cultivo es el factor relevante en la pérdida de productividad del cultivo. A esos factores; se suma el manejo inadecuado de sistemas de riego, o la selección de inapropiada de los mismos. Se puede resumir que parte de esa merma de producción puede deberse a la inadecuada selección de sistemas de riego, que por las características fisiológicas del cultivo reducen el porcentaje de inflorescencia en las plantas, producido por alta energía cinética de las gotas de agua emitidas por los sistemas. Presentando el mayor efecto los pequeños productores, que tras mantener una baja producción, se suma la pérdida de flores o frutos en estados iniciales.

Por lo tanto es relevante conocer la importancia de la buena selección de sistemas de riego, y cuál es la relación de cada uno en la en la formación de frutos y en el incremento o reducción de la producción.

### **1.2.2 Formulación del problema**

¿Cuál será la influencia que tienen los sistemas de riego en la producción de flores en el cultivo de cacao?

### **1.3 Justificación de la investigación**

El buen manejo de diseños y sistemas de riego promueven el incremento en la producción de cultivos. Pero sin embargo el empleo de un sistema inadecuado de riego puede incidir de forma negativa en la productividad del cultivo. Por lo tanto es de gran relevancia conocer el grado o el nivel en el que se relaciona la selección de sistema de riego y como este repercute sobre el porcentaje de floración y la formación de frutos.

Existe poca o nula información sobre la influencia de los sistemas de riego sobre las características fisiológicas del cultivo, siendo en este caso la inflorescencia dada por la fisiología del cultivo. Mediante la investigación se persigue definir la forma y la magnitud en la cual puede incidir un sistema de riego inadecuado en la producción y rentabilidad del cultivo de cacao.

La aplicación antropogénica de riego en los cultivos es una práctica que se inició desde hace miles de años en los países que hoy pertenecen a Asia. Se puede decir que es un "arte milenario", sin embargo la aplicación de riego por sistemas de riego presurizados son más recientes. Es importante conocer si mediante una mala selección de un sistema de riego puede incidir en una reducción de la producción y cuál es el porcentaje en el que se presenta.

El uso de riego en las fincas cacaoteras ha repercutido de forma positiva en el aumento significativo en la productividad de cacao. Sin embargo en los últimos años se ha incrementado el establecimiento de riego en las zonas cacaoteras de pequeños productores, con la finalidad de incrementar la productividad del cultivo y de este modo la rentabilidad.

El objetivo de la presente investigación consiste en determinar la influencia que mantienen los diferentes sistemas de riego sobre la producción, formación y cuaje de frutos en el cultivo. Y de esta forma establecer si una mala selección del sistema de riego puede incidir en el mantenimiento de flores en el cultivo.

Se puede decir parte de la productividad y rentabilidad de cultivo va a estar asociada a la buena selección del sistema de riego, y que para cada cultivo en particular estará definido por las características fisiológicas del mismo.

Es imprescindible conocer en que magnitud la producción se vería comprometida por el uso inadecuado de un sistema de riego, y estimar cuál puede ser el sistema apropiado, con base en las características fisiológicas del cultivo, siendo en este caso la inflorescencia.

### **1.4 Delimitación de la investigación**

El área de investigación está ubicada en la zona de Recinto Piñuelal, Vía Carrizal, con un área de 7252.0118 m<sup>2</sup> y perímetro 341.2980m en la zona de Milagro. Se evaluó la influencia que tiene los sistemas de riego en la producción de flores de cacao en un lapso de 8 meses.

### **1.5 Objetivo general**

Determinar la influencia de diferentes sistemas de riego sobre la producción de flores en el cultivo de cacao.

### **1.6 Objetivos específicos**

Determinar el efecto de los métodos de riego sobre la flor de cacao.

Cuantificación de pérdidas de flores en la planta.

Cuantificación de frutos cuajados en la planta de cacao

### **1.7 Hipótesis**

Los sistemas de riego tuvieron un efecto significativo en la producción de flores de cacao.

## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1 Estado del arte**

En todo el mundo, el empleo del agua y su gestión han sido un factor esencial para elevar la productividad de la agricultura y asegurar una producción previsible. El agua permite aprovechar el potencial de la tierra y que las plantas utilicen plenamente factores de producción que eleven sus rendimientos (Hermida, EVALUACION FINANCIERA DE LA IMPLEMENTACION DE RIEGO POR ASPERSION EN LA FINCA AMADITA, 2013).

El aumento creciente de las necesidades sociales por el agua, su escasez relativa, así como las desigualdades para acceder a ella, están generando cada vez mayor competencia entre los 'usuarios' de este recurso. Se estima que a nivel mundial la demanda de agua creció por tres en los últimos 50 años, en tanto que la contaminación redujo su disponibilidad en un tercio (Alvarado, 2014).

Ante este problema surge la aplicación artificial de riego, con la finalidad de hacer un uso racional del recurso agua. A partir de esto surgen los diferentes sistemas que permiten la conducción y la distribución del agua en forma eficiente, en función de la característica particular de cada uno de ellos.

La aplicación antropogénica de riego en los cultivos es una práctica que se inició desde hace miles de años en los países que hoy pertenecen a Asia. Se puede decir que es un "arte milenario", sin embargo la aplicación de riego por sistemas de riego presurizados son más recientes.

En el Ecuador los cambios climáticos asociados con el calentamiento global, han ocasionado un atraso entre las épocas de lluvias. Haciendo énfasis en la adopción de métodos que permitan suministrar y distribuir el agua por las zonas cultivadas.

Sin embargo existe muy pocos estudios sobre la incidencias de los diferentes sistemas de riego en plantas caudiflor siendo nuestro caso el cacao. Es importante conocer si mediante una mala selección de un sistema de riego puede incidir en una reducción de la producción y cuál es el porcentaje en el que se presenta.

### **2.2 Bases teóricas**

#### **2.2.1 Aspectos generales del cultivo de cacao.**

El género *Theobroma* es originario de América Tropical, específicamente de la cuenca alta del río Amazonas. El género posee algunas especies de gran relevancia económica en los trópicos, principalmente *Theobroma cacao* y en mucho menor grado *T. grandiflorum* y *T. bicolor*. Las semillas de *T. cacao* se han empleado a lo largo de la historia para la preparación de bebidas y otros alimentos, como moneda, bebida ceremonial y tributo a reyes. Esta especie se encuentra actualmente distribuida a lo largo de las regiones lluviosas de los trópicos, desde los 20° de latitud norte hasta los 20° de latitud sur (ICCO, 200, p23).

#### **2.2.2 Clasificación taxonómica del cacao.**

**Reino** Vegetal

**División** Magnoliópsida

**Clase** Angiospermae

**Subclase** Dicotiledóneae

**Orden** Malvales

**Familia** Esterculiáceae

**Género:** *Theobroma* Especie cacao L.

**Nombre común:** Cacao criollo

**Nombre científico:** *Theobroma cacao* L.

**Fuente:** (INFOAGRO, 2006).

### 2.2.3 Características del cultivo de cacao

Se pueden encontrar clones, es decir, variedades producidas por el hombre que suelen identificar con letras y números provenientes de su investigación, como es el caso del CCN-51, un material que actualmente cubre una parte de las plantaciones de la Amazonia y del Ecuador. Sus mazorcas son rojizas-moradas cuando están tiernas, y de color rojizo anaranjado cuando son maduras. Presentan sabor a cacao de medio a bajo; su potencial se encuentra en la producción de manteca de cacao (INIAP AMAZONIA, 2014).

La raíz principal es pivotante, de 2 a 3 m; las raíces secundarias son abundantes en los primeros 25 - 30 cm de profundidad. Sus hojas son simples y de color verde, bastante variable; sus hojas tiernas son bien pigmentadas que puede llegar a ser de color café, morado o rojizo, también hay verde pálido (RODRÍGUEZ, 2013, p5).

El **tallo** es glabro o parcialmente pubescente en ejes jóvenes. La corteza es oscura, gris-café. Las ramas son cafés y finamente vellosas.

Las **hojas** son coriáceas (o cartáceas) simples, enteras (o ligera e irregularmente sinuadas), angostamente ovadas a obovado-elípticas, ligeramente asimétricas, 17 - 48 cm de largo y 7 - 14 cm de ancho, alternas y glabras o laxamente pubescentes en ambas caras. La base de las hojas es redondeada a ligeramente cordada, ápice largamente apiculado. El pecíolo es de 14—27 mm de largo. Las estípulas son lineares y caducas.

Las **inflorescencias** son caulinares y cimosas. Las flores son pentámeras, hermafroditas, actinomorfas, y 5 - 20 mm de diámetro; el pedúnculo floral es de 1—3 cm de largo. Los sépalos son (verdosos) blancos o rosa claros, 5—8 mm de largo, 1.5—2 mm de ancho, angostamente lanceolados, persistentes y fusionados en la base. Los pétalos son un poco más largos que los sépalos, 6—9 mm de largo, libres, amarillentos.

Los **estambres** son 10 y lineares; cinco estambres fértiles se alternan con cinco estaminodios; todos los estambres están fusionados en la base formando un tubo; los estambres fértiles son de 2,5—3 mm de largo y están dispuestos frente a los pétalos; los estaminodios son violeta y 6.5—7.5 mm de largo. El ovario es de 2—3 mm de largo, anguloso ovado, ligeramente pentagonal y pentámero (Doster, José, & Asunción, 2011).

Por otro lado la fruta es una baya de aproximadamente 25 cm de largo, de 8 a 10 cm de diámetro y pesa entre 300 y 400 gramos, se desarrolla de las flores, entre cinco y seis meses.

La cáscara carnosa es de 20 mm de grosor, cubre la pulpa gelatinosa y agrídulce que contiene un alto contenido de azúcar. La fruta contiene entre 25 y 50 semillas en forma de almendra que tienen sabor amargo y están dispuestas de cinco a ocho filas oblongas. Las flores aparecen generalmente al principio de la época de lluvia y son polinizadas por insectos (RODRÍGUEZ, 2013, p6).

Las plantas que son reproducidas por medios vegetativos o asexuales no desarrollan raíz pivotante, pero sí raíces primarias y secundarias, de crecimiento horizontal, según se describe en el párrafo anterior (Batista, 2009, p 65).

### 2.2.4 Ecología del cultivo de cacao

Es difícil cultivar cacao satisfactoriamente con una temperatura baja, siendo su límite medio anual de temperatura los 21 °C. Cuando ésta es menor a 21 °C la floración es menor, comparada con temperaturas de 25 °C, donde la floración es normal y abundante.

Se requiere una precipitación de 1.200 a 2.500 mm anuales bien distribuidos. Este es un factor de importancia para decidir si un área posee las condiciones óptimas para el establecimiento del cultivo (Ramos et al. s.f.) citado por (ESTRELLA, 2012).

### 2.2.5 Clima, temperatura y suelo

“La temperatura y precipitación son los factores más importantes para el desarrollo óptimo de las plantas de cacao. Las plantas reaccionan en forma muy sensible a la cantidad de agua en el suelo y son susceptibles a la sequedad” (Doster, José, & Asunción, 2011).

El cultivo requiere lluvias uniformemente repartidas a lo largo del año de un total de 1500 – 2800 mm. Las temperaturas mínimas medias son de 18 - 21 °C, las máximas de 30 – 32 °C. Las temperaturas mínimas absolutas son de 10 °C, por debajo de las que las plantas reciben daño.

El cacao puede ser cultivado en diferentes tipos de suelo. Generalmente necesita suelos profundos, livianos y ricos en nutrientes. “El perfil de suelo debe alcanzar una profundidad de 1 -

1.5 m, para que la raíz pivotante y todo el sistema radicular puedan formarse bien” (Doster, José, & Asunción, 2011).

### **2.2.6 Variedades.**

#### **Criollo**

Esta variedad representa los cacaos originales, cuyas plantaciones más antiguas se remontan al siglo XVII. Cultivada al principio en Venezuela, en América central y en México, también la reencontramos hoy en Ecuador, en Nicaragua, en Guatemala y en Sri Lanka. Es famoso por su finura y sus aromas poderosos.

#### **Los forasteros**

Esta especie de cacao es un híbrido biológico natural entre Criollos y Forasteros, que fue exportado por Trinidad donde los colonos españoles habían establecido plantaciones. No tiene atributo puro a su especie y la calidad de su cacao varía de media a superior, con un contenido fuerte en manteca de cacao. Representa el 15% de la producción mundial.

### **2.2.7 Variedades mejoradas**

- **Características del Cacao CCN-51**

Según (Villalta, 2015) las características del cacao ccn51 son las siguientes:

- El cacao CCN-51 tiene como características empezar su producción precozmente, ya que esta se inicia a los 2 años de edad.
- Por lo general es tolerante a la Escoba de Bruja y sensible a la Monilla.
- Es un tipo de planta de crecimiento firme (erecto), pero de poca altura, lo que disminuye los costos en podas, mantenimiento y cosecha.
- Este tipo de clon es adaptable a casi todas las zonas tropicales de hasta los 1.000 metros sobre el nivel del mar.
- Tiene un porcentaje de manteca (54%), que lo convierte en una variedad muy cotizada por las industrias.

### **2.2.8 Etapas fisiológicas del cacao**

#### **Etapas de crecimiento:**

El cacao posee un crecimiento vegetativo típicamente intermitente o estacional presentando dos fuertes brotaciones foliares por año, tres o cuatro menos intensos alternados con periodos de reposo vegetativo. Por lo general, cada ciclo de emisión foliar o de crecimiento necesita entre seis y siete semanas para su completa maduración, emitiendo de siete a 10 hojas cuando las ramas son ortotrópicas o de plántulas y de siete a 15 hojas cuando en ramas plagiotrópicas o cuyo crecimiento se origina en ramas secundarias (M.I.S.T.I., 2015).

#### **Floración:**

Así mismo (M.I.S.T.I., 2015) aduce que las observaciones realizadas sobre estados de floración en diferentes zonas cacaoteras demuestran que la producción de flores es controlada, en forma directa o indirecta, por factores climáticos.

En zonas en donde la precipitación pluvial y la temperatura están completamente definidas, la floración se reduce en periodos secos y de lluvia y, en aquellos sitios en donde los periodos de lluvia están bien distribuidos y sin altas variaciones de temperatura prácticamente no existe estacionalidad de la floración y se encuentran flores durante todo el año.

Desde el punto de vista botánico, la inflorescencia del cacao es una cima decasiforme, la cual se forma directamente en la madera más vieja del tronco y de las ramas adultas del árbol y, de manera muy específica, en la base de una hoja, alrededor de la cicatriz y de la yema axilar que queda al caer la hoja.

La inflorescencia, en su proceso de formación y crecimiento, se transforma en una masa densa que conforme se desarrolla forma un cojín que agrupa entre 40 a 60 flores. Existe una marcada diferencia en el número de flores presentes en diferentes cojines de diferentes árboles, lo cual obedece a caracteres genéticos (Fundesyam, 2006).

“La estructura y posición de las inflorescencias en el cultivo de cacao son las características más notables, las inflorescencias o cojines solo aparecen en el troco y ramas principales, fenómeno denominado caudiflor” (Leon, 2000).

Las primeras flores aparecen en el tallo de las plantas de cacao uno o dos años después de que el tallo se ha lignificado. Las flores forman inflorescencias que se originan a partir de botones axilares de las hojas caducas. Las plantas adultas de cacao pueden, dependiendo de las condiciones climáticas, producir flores y frutos durante todo el año, cuando no se presentan periodos secos extremos u oscilaciones térmicas muy pronunciadas.

El cacao produce una gran cantidad de flores, de las que sólo un 0.5—5% son polinizadas y producen frutos. Casi el 60 % de las flores cae después de 48 h sin ser fertilizadas. La apertura de los botones se produce generalmente en la tarde y la antesis finaliza a la mañana siguiente. El cacao tiene polinización cruzada (xenogámico) y posee un complejo sistema de autoincompatibilidad.

La polinización es relativamente inespecífica, la misma que es realizada por varios insectos, por ejemplo trips, hormigas, áfidos y mosquitos pequeños. Después de una polinización exitosa, la fructificación se inicia dentro de 36 horas, los pétalos se caen y después de 72 horas los ovarios ya están hinchados. La autoincompatibilidad puede manifestarse incluso unas semanas después de la fructificación, llevando a la caída de los frutos. La duración del desarrollo del fruto es 150—180 días hasta que está totalmente maduro y depende principalmente del cultivar y la procedencia (Roque, 2012).

### **Fructificación**

“Cuando se abren los botones florales permanecen abiertas por un corto tiempo de 24 horas. El fruto crece, se anota la fase cuando el fruto alcanza 2 cm” (M.I.S.T.I, 2015).

### **2.2.9 Requerimientos agronómicos del cacao.**

#### **Control de malezas:**

“La labor del control de malezas en el terreno y sus alrededores es una actividad que se debe realizar permanentemente para evitar competencia por nutrientes y ser refugio de plagas” (MAGAP, 2012).

#### **Fertilización:**

La aplicación de fertilizantes en el cultivo de cacao debe realizarse con base en los resultados de un análisis de suelo o un análisis foliar. Con los resultados se establece la fertilidad actual y el estado nutricional de la planta.

Se ha estimado que se necesitan cerca de 200 kg de nitrógeno, 25 kg de fósforo, 300 kg de potasio y 140 kg de calcio por hectárea, para obtener un crecimiento óptimo del cultivo de cacao, desde el trasplante hasta el inicio de la producción de mazorcas (Egas, 2010).

#### **Riego:**

Determinar las necesidades de riego, se recomienda llevar a cabo mediciones periódicas fundamentadas en los requerimientos de agua del cultivo y datos de precipitación, evapotranspiración y textura del suelo, debiendo llevar un registro (MAGAP, 2012).

#### **Podas:**

La poda de las plantas de cacao es la práctica que permite dar al árbol una estructura vegetativa balanceada, mediante la eliminación de ramas que permitan al árbol una buena formación, penetración de luz solar y buena ventilación que estimula la emisión de brotes, flores y frutos. Los tipos de poda más usuales son los siguientes:

- **1. Poda de formación:** Da la forma definitiva a la plantas; se realiza de acuerdo al material de siembra, sea éste híbrido o clon.
- **2. Poda de mantenimiento:** Se realiza anualmente, eliminando las ramas en exceso para dar luz y aire al follaje. No se realiza cuando existe floración o fructificación.
- **3. Poda fitosanitaria:** Es la eliminación de las partes de la planta afectadas por enfermedades.
- **4. Poda de rehabilitación:** Se realiza en huertos viejos e improductivos; se elimina abundante follaje y ramas o chupones basales.
- **5. Recepta del árbol:** Se corta íntegramente el árbol a una altura de 0,40m del suelo y se efectúa en aquellos árboles de edad avanzada (Egas, 2010).

### **2.2.10 Control fitosanitario**

Las enfermedades del cacao causan más pérdidas al agricultor que los insectos, pueden destruir las mazorcas de una huerta de cacao en un momento dado y otras

enfermedades pueden destruir o matar las plantas susceptibles. Las enfermedades más importantes del cultivo de cacao son las siguientes (ESTRELLA, 2012):

- Moniliasis
- Escoba de Bruja
- Mal de Machete
- Mazorca Negra
- Bubas

#### 2.2.11 Condiciones climáticas del cultivo

Según I.N.T.A (2009) las condiciones climáticas para el cultivo de cacao son:

- **Precipitación:** La cantidad de lluvia adecuada para el cacao está entre los 1,500 y 3,500 mm/año, con una distribución no menos de 150 mm/mes.
- **Luminosidad:** El cacao es una especie humbrofila, es decir requiere de sombra para su crecimiento, desarrollo y buena producción.
- **Temperatura:** La temperatura que requiere el cacao, está en un rango de 22 a 27° C. por debajo de este rango, la floración se inhibe y los frutos tardan en madurar.
- **Humedad Relativa:** La humedad relativa no debe ser inferior al 60 por ciento durante el día, sobre todo en la estación seca.
- **Suelo:** Los suelos aptos son desde arcillosos hasta los francos arenosos. Las arcillas tienen la facilidad de absorber agua dentro de su estructura cristalina. Los suelos arenosos, aunque poseen buen espacio poroso para la penetración de raíces, carecen de buena retención de agua, razón por la cual no son recomendados para la siembra de cacao en lugares con períodos secos.
- **Ph:** El cacao tiene una gran capacidad para adaptarse a diferentes condiciones de acidez. Puede desarrollarse sobre suelos desde muy ácidos con PH inferior a 5, hasta en suelos muy alcalinos con PH superior a 8.

#### 2.2.12 Necesidades de agua de los cultivos.

La producción mundial de alimentos depende de la disponibilidad de agua, un recurso precioso y limitado. La agricultura bajo riego es el mayor usuario consuntivo de los recursos terrestres de agua dulce –ríos, lagos y acuíferos– e insume aproximadamente el 70 por ciento de todo el consumo.

También señala que la demanda por alimentos continúa aumentando junto con el incremento de la población y de los ingresos, un posterior incremento del uso del agua para la agricultura es inevitable (F.A.O, 2006).

#### 2.2.13 Características de los sistemas de riego.

“El agua posee un gran valor ecológico por sus cualidades y por el alcance y el significado que tiene para los seres vivos, la flora y la fauna, en suma para la vida, desde una perspectiva planetaria global e integradora” (CEAL, sf.).

Se conoce que el 75% de la superficie que rodea el manto terrestre de nuestro planeta está constituido por agua; sin embargo, apenas un 2,5% es agua dulce, es decir apta para el consumo humano.

El agua es un recurso indispensable para la vida, el cual no es inagotable, por lo que la preocupación de que este agote, se ha incrementado globalmente. Dicho recurso es empleado en grandes cantidades para el desarrollo de la actividad agrícola, por lo que el diseño de sistemas de riego que permitan administrar el agua eficientemente es de suma importancia para su conservación (RAMOS, 2013, p20).

#### Sistemas de riego

Santos, y otros (2010) Señalan que se entiende por métodos de riego al modo de aplicar el agua a las parcelas regadas, y por sistema de riego al conjunto de equipamientos y técnicas que proporcionan esa aplicación siguiendo un método dado.

#### Importancia de su uso

De toda el agua que existe en el mundo, tan solo el 3% es agua dulce y de esta, la agricultura consume cerca del 70%, lo cual sumado a la influencia del cambio climático, que, en ciertas áreas, modifica el régimen de lluvias, ya sea aumentándolo o disminuyéndolo, y a la gran presión que ejerce nuestra creciente población mundial, hace que sea imperativo buscar métodos para disminuir el consumo de agua de la agricultura, pero manteniendo o aumentando la producción por

área de cultivo y además permitiendo obtener productos que logren satisfacer la demanda en cuanto a calidad que el consumidor le ha impuesto al mercado (Sanchez, 2013).

La irrigación es una herramienta agronómica y tal vez económicamente viable, es importante mencionar que un abuso en su uso puede causar severos daños ambientales, tales como la erosión y la salinización del suelo, ocasionados por el arrastre que ejerce el agua sobre la superficie y a la utilización de agua de riego con altos contenidos de sales, respectivamente (Sanchez, 2013).

#### **2.2.14 Métodos de riego**

Enciso (1995) Señala que actualmente existen tres métodos básicos:

- **Superficial:** en el que el agua se aplica sobre la superficie del suelo
- **Presurizado o localizado:** el agua es conducida a presión por tuberías, hasta un emisor en el punto de aplicación
- **Sub-superficial:** en el que el agua se aplica por debajo de la superficie del suelo

#### **Riego presurizado o localizado**

(Proaño, 2013) Indica que el máximo de rendimiento de la mano de obra y la eficiencia de riego aprovechando plenamente los recursos limitados de agua. Existen diferentes alternativas para su tecnificación de un determinado método de riego, nombrados a continuación:

#### **Riego por goteo**

C.C. Shock( 2013). Agrega que el riego por goteo puede reducir el uso de agua. Un sistema de riego por goteo bien diseñado pierde muy poca agua porque hay poco escurrimiento, evaporación o percolación profunda en suelo limoso.

Con el riego por goteo hay menos contacto del agua con el follaje, los tallos y los frutos. Por eso, las condiciones son menos favorables para el desarrollo de enfermedades en las plantas. Con un buen programa de riego que cubre las necesidades de las plantas, es posible aumentar el rendimiento y la calidad de la cosecha (p10).

El riego por goteo, es un sistema de irrigación de bajo volumen que tiene por objetivo dar gota a gota la cantidad de agua exacta que ha perdido la planta, y que al no mojar todo el suelo y al depositar el agua en la zona radicular de cultivo tiene un ahorro significativo del recurso (Flores, 2009, p30).

“Con un sistema de riego por goteo, el agua puede ser suministrada a la planta con base en una baja tensión y alta frecuencia, con la cual se crea un ambiente óptimo de humedad necesaria en el suelo” (Parra, 2012, p27).

La importancia de este sistema de riego radica en que los agricultores pueden obtener una técnica de bajo costo y de gran utilidad, ya que consiste en materiales de fácil adquisición, con una gran eficiencia de utilización, mantenimiento con costos aceptables, y una forma de riego de cultivos moderno (Saud Toledo, 2012).

#### **Riego por aspersión sub-foliar**

El sistema de riego por aspersión es un sistema de riego presurizado que conduce el agua mediante tubería, y la dosis de riego es aplicada al cultivo en forma de lluvia a través de aspersores y, gracias a una presión determinada, el agua se eleva para que luego caiga pulverizada o en forma de gotas sobre la superficie que se desea regar (Tandazo, 2015).

“El sistema de riego por aspersión es un sistema de riego presurizado que conduce el agua mediante tubería, y la dosis de riego es aplicada al cultivo en forma de lluvia a través de aspersores” (Cardenas, 2010, p15).

Con la finalidad de conseguir que el riego por aspersión sea bueno y eficiente es necesario, es necesario que algunos puntos sean bien estudiados y aplicados: La presión de agua, un estudio técnico sobre la red de tuberías adecuadas para la presión del agua determinada anteriormente; aspersores adecuados para satisfacer la capacidad de agua para esparcir y ser compatibles con la presión de agua que trae la red de distribución; el depósito de agua que está conectado con la red de tuberías (Guerra, 2009, p5).

Requiere menos agua y permite un mejor control. Cada aspersor, situado a lo largo de una tubería, esparce agua pulverizada en un círculo continuo hasta que la humedad llega al nivel de las raíces del cultivo. El riego de eje central emplea largas hileras de aspersores que giran en torno a un campo circular. Este método se emplea sobre todo en cultivos como la alfalfa, hortalizas, granos, legumbres, etc., que por medio del riego, permite varias recogidas anuales (PAZMIÑO, 2006,p18).

### **Riego por micro-aspersión**

“En los sistemas de micro-aspersión, el agua es aplicada sobre una superficie limitada del terreno en forma pulverizada y se desplaza en el suelo en función de tres factores fundamentales: a) las propiedades y características del perfil físico del suelo; b) el volumen de agua aplicado y c) el caudal del emisor” (Salcedo, BArrios, Garcia, & Valdez , 2014).

Un proyecto de mini-riego sólo se justifica si existe un fuerte potencial para incrementar la producción y/o los ingresos. La tierra debe existir en la suficiente cantidad y con las adecuadas propiedades físicas. En cuanto a este último aspecto, debe prestarse especial atención en el caso de suelos arenosos o arcillosos (Carrazón Allocén, 2007).

Los proyectos de mini riego abarcan la construcción de obras sencillas de infraestructura, utiliza mano de obra y materiales locales, destinadas a regar, principalmente, terrenos agrícolas que se encuentran bajo cultivo en la estación lluviosa.

Esta edición de agua introduce un potencial para duplicar los ingresos de la misma zona por medio de la producción de por lo menos un cultivo adicional anualmente. Se ha observado un número de sistemas de miniriego que han tenido éxito, aun cuando los mismos no son de alta calidad (MARTINEZ XUTUC, 2005, p11).

### **Riego cañón aspersor**

“Con estos sistemas de riego se puede obtener buena uniformidad si se elige bien: la presión de trabajo, el tamaño y tipo de boquillas, el espaciamento entre bandas regadas, el ángulo del sector regado y la velocidad de avance del cañón es uniforme” (Tarjuelo, 2005).

Este tipo de sistemas son apropiados para cultivos que cubran el suelo (debiendo poner especial cuidado durante la germinación y floración) y para zonas que necesitan riegos de apoyo en periodos cortos sin lluvia, no siendo adecuados para suelos con baja capacidad de infiltración.

Utiliza aspersores de impacto de gran tamaño, denominados "cañones", que trabajan a altas presiones y mojan grandes superficies de terreno. Van instalados sobre un carro o patín adaptable a distintas alturas, según lo requiera el cultivo, y conectado al suministro de agua mediante una manguera. El equipo siempre riega hacia atrás con respecto al sentido de avance, consiguiéndose de esta manera que se desplace sobre suelo seco.

La modalidad más usada es la de cañones enrolladores, constituidos por un cañón instalado sobre un carro o patín con ruedas arrastrado por la propia manguera, que se enrolla en un tambor accionado por la propia presión del agua.

Los cañones pueden regar bandas de más de 100 metros de anchura y hasta 500 metros de largo. Estos sistemas están indicados para climas y cultivos en donde la lluvia permite espaciar los riegos, o bien donde se necesitan riegos de apoyo. Los cultivos que mejor se adaptan a este sistema de riego son aquellos que cubren una gran proporción de superficie (Salas, 2008, p22 ).

### **2.2.9 Componentes de la evapotranspiración**

“Se conoce como evapotranspiración (ET) la combinación de dos procesos separados por los que el agua se pierde a través de la superficie del suelo por evaporación y por otra parte mediante transpiración del cultivo” (FAO, 2006).

#### **Evaporación**

“La evaporación es el proceso por el cual el agua líquida se convierte en vapor de agua (vaporización) y se retira de la superficie evaporante (remoción de vapor). El agua se evapora de una variedad de superficies, tales como lagos, ríos, caminos, suelos y la vegetación mojada” (FAO, 2006).

#### **Transpiración**

La transpiración consiste en la vaporización del agua líquida contenida en los tejidos de la planta y su posterior remoción hacia la atmósfera. Los cultivos pierden agua predominantemente a través de los estomas. Estos son pequeñas aberturas en la hoja de la planta a través de las cuales atraviesan los gases y el vapor de agua de la planta hacia la atmósfera (FAO, 2006).

#### **Evapotranspiración (ET)**

La evaporación y la transpiración ocurren simultáneamente y no hay una manera sencilla de distinguir entre estos dos procesos. Aparte de la disponibilidad de agua en los horizontes superficiales, la evaporación de un suelo cultivado es determinada principalmente por la fracción de radiación solar que llega a la superficie del suelo. Esta fracción disminuye a lo largo del ciclo del cultivo a medida que el dosel del cultivo proyecta más y más sombra sobre el suelo (FAO, 2006).

### **Evapotranspiración del cultivo de referencia (ET<sub>o</sub>)**

Este concepto se introduce para estudiar la demanda evaporativa de la atmósfera independientemente del tipo de cultivo, de su estado de desarrollo y de su manejo. Dada su definición, los factores que afectan a la evapotranspiración de referencia son los factores climáticos, pudiendo ser calculada con factores climáticos.

El método de FAO Penman-Monteith requiere datos de radiación, temperatura del aire, humedad atmosférica y velocidad del viento para su cuantificación (FAO, 2006).

### **Evapotranspiración del cultivo bajo condiciones estándar (ET<sub>c</sub>)**

La evapotranspiración del cultivo bajo condiciones estándar se denomina E<sub>t</sub>, y se refiere a la evapotranspiración de cualquier cultivo cuando se encuentra exento de enfermedades, con buena fertilización y que se desarrolla en parcelas amplias, bajo óptimas condiciones de suelo y agua, y que alcanza la máxima producción de acuerdo a las condiciones climáticas reinantes

“La evapotranspiración del cultivo se calcula multiplicando E<sub>o</sub> por K<sub>c</sub> el cual es un coeficiente que expresa la diferencia entre la evapotranspiración de la superficie cultivada y la superficie del pasto de referencia” (FAO, 2006).

### **Coeficiente del cultivo (K<sub>c</sub>).**

Los coeficientes de Uso consuntivo (K<sub>c</sub>), son datos muy valiosos que se usan para determinar la posible área de riego, de un proyecto, de una finca, etc. sobre la base de un volumen disponible de agua. En explotaciones agrícolas permite elaborar calendarios de riego para los cultivos, fijar láminas e intervalos de riego en función de la eficiencia de riego. Esto permite apoyar la planificación de cultivos y riegos por cultivos.

### **2.15.1 Constantes hídricas**

**Capacidad de campo (CC).** Es el agua que el suelo puede retener después de un riego o lluvia prolongada.

**Punto de marchitez permanente (PMP).** Es el agua retenida por el suelo, que no puede ser extraída por las raíces de las plantas.

**Densidad aparente (D<sub>a</sub>).** Se refiere a la relación entre el peso del suelo y el volumen que ocupa (PERALTA, 2000).

### **Lámina de agua rápidamente aprovechable**

El suelo puede considerarse como un reservorio de agua, pero no todo el recurso hídrico está disponible para la planta sino sólo el que es retenido por el suelo en el rango entre capacidad de campo (CC) y punto de marchitez permanente (PMP). CC y PMP son considerados como constantes de humedad en el suelo cuyo valor puede determinarse por métodos de campo y laboratorio (PERALTA, 2000). Los valores de estas constantes varían para los diferentes tipos de suelos y en cada suelo para los diferentes horizontes del perfil (CENICANA, 2015).

## **2.3 Marco legal**

### **Ley orgánica del régimen de la soberanía Alimentaria**

#### **Título I Principios Generales.**

**Artículo 1.** Finalidad.- Esta Ley tiene por objeto establecer los mecanismos mediante los cuales el Estado cumpla con su obligación y objetivo estratégico de garantizar a las personas, comunidades y pueblos la autosuficiencia de alimentos sanos, nutritivos y culturalmente apropiados de forma permanente.

El régimen de la soberanía alimentaria se constituye por el conjunto de normas conexas, destinadas a establecer en forma soberana las políticas públicas agroalimentarias para fomentar la producción suficiente y la adecuada conservación, intercambio, transformación, comercialización y consumo de alimentos sanos, nutritivos, preferentemente provenientes de la pequeña, la micro, pequeña y mediana producción campesina, de las organizaciones económicas populares y de la pesca artesanal así como microempresa y artesanía; respetando y protegiendo la agrobiodiversidad, los conocimientos y formas de producción tradicionales y ancestrales, bajo los principios de equidad, solidaridad, inclusión, sustentabilidad social y ambiental.

El Estado a través de los niveles de gobierno nacional y subnacionales implementará las políticas públicas referentes al régimen de soberanía alimentaria en función del Sistema Nacional de Competencias establecidas en la Constitución de la República y la Ley.

**Artículo 2.** Carácter y ámbito de aplicación.- Las disposiciones de esta Ley son de orden público, interés social y carácter integral e intersectorial. Regularán el ejercicio de los derechos del buen vivir -sumak kawsay- concernientes a la soberanía alimentaria, en sus múltiples dimensiones.

Su ámbito comprende los factores de la producción agroalimentaria; la agrobiodiversidad y semillas; la investigación y diálogo de saberes; la producción, transformación, conservación, almacenamiento, intercambio, comercialización y consumo; así como la sanidad, calidad, inocuidad y nutrición; la participación social; el ordenamiento territorial; la frontera agrícola; los recursos hídricos; el desarrollo rural y agroalimentario; la agroindustria, empleo rural y agrícola; las formas asociativas y comunitarias de los microempresarios, microempresa o micro, pequeños y medianos productores, las formas de financiamiento; y, aquéllas que defina el régimen de soberanía alimentaria.

Las normas y políticas que emanen de esta Ley garantizarán el respeto irrestricto a los derechos de la naturaleza y el manejo de los recursos naturales, en concordancia con los principios de sostenibilidad ambiental y las buenas prácticas de producción.

**Artículo 3.** Deberes del Estado.- Para el ejercicio de la soberanía alimentaria, además de las responsabilidades establecidas en el Art. 281 de la Constitución el Estado, deberá:

**a)** Fomentar la producción sostenible y sustentable de alimentos, reorientando el modelo de desarrollo agroalimentario, que en el enfoque multisectorial de esta ley hace referencia a los recursos alimentarios provenientes de la agricultura, actividad pecuaria, pesca, acuicultura y de la recolección de productos de medios ecológicos naturales;

**b)** Establecer incentivos a la utilización productiva de la tierra, desincentivos para la falta de aprovechamiento o acaparamiento de tierras productivas y otros mecanismos de redistribución de la tierra;

**c)** Impulsar, en el marco de la economía social y solidaria, la asociación de los microempresarios, microempresa o micro, pequeños y medianos productores para su participación en mejores condiciones en el proceso de producción, almacenamiento, transformación, conservación y comercialización de alimentos;

**d)** Incentivar el consumo de alimentos sanos, nutritivos de origen agroecológico y orgánico, evitando en lo posible la expansión del monocultivo y la utilización de cultivos agroalimentarios en la producción de biocombustibles, priorizando siempre el consumo alimenticio nacional;

**e)** Adoptar políticas fiscales, tributarias, arancelarias y otras que protejan al sector agroalimentario nacional para evitar la dependencia en la provisión alimentaria; y,

**f)** Promover la participación social y la deliberación pública en forma paritaria entre hombres y mujeres en la elaboración de leyes y en la formulación e implementación de políticas relativas a la soberanía alimentaria.

**Artículo 4.** Principios de aplicación de la ley.- Esta ley se regirá por los principios de solidaridad, autodeterminación, transparencia, no discriminación, sustentabilidad, sostenibilidad, participación, prioridad del abastecimiento nacional, equidad de género en el acceso a los factores de la producción, equidad e inclusión económica y social, interculturalidad, eficiencia e inocuidad, con especial atención a los microempresarios, microempresa o micro, pequeña y mediana producción (Conferencia Plurinacional e Intercultural de Soberanía Alimentaria, 2015).

### **3. MATERIAL Y MÉTODOS**

#### **3.2 Enfoque de la investigación**

De acuerdo con el trabajo en campo, la investigación estuvo enfocada en la influencia que tiene los sistemas de riego en la producción de flores de cacao, con el propósito de evaluar los sistemas de riego en un lapso de ocho meses donde se valoró la productividad del cultivo de cacao.

##### **3.2.9 Tipo de investigación**

Este trabajo investigativo es tipo experimental, bajo fundamento bibliográfico el cual consiste en evaluar la respuesta del cultivo de cacao a la aplicación de diferentes métodos de riego.

##### **3.2.10 Diseño de investigación**

Para la presente investigación se utilizó un Diseño de anidados, para evaluar los sistemas de riego en la producción de flores de cacao.

**Tabla 1. Análisis de varianza**

Fuente de Variación	Grados de Libertad
Total	47
Factor A (Métodos de riego)	3
Factor B (Bloques anidados)	12
Error experimental	32

ARBOLEDA, 2019

### 3.3 Metodología

#### 3.3.9 Variables

##### 3.3.9.1 Variable independiente:

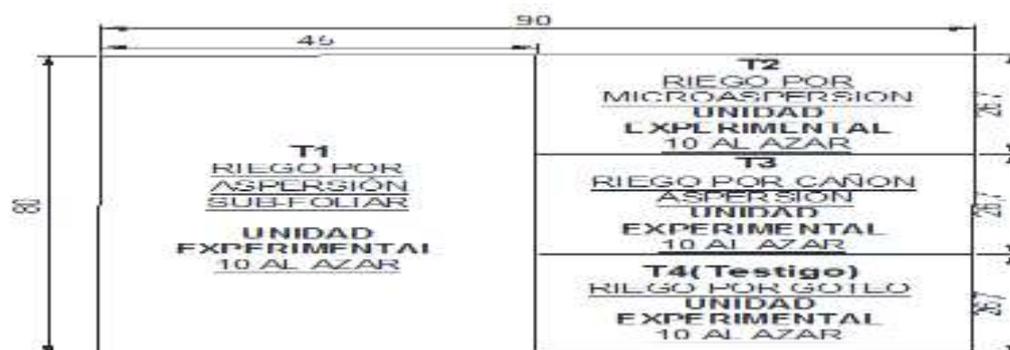
Se consideró dentro de estas variables las siguientes pautas:

- Riego por aspersión
- Riego por microaspersión
- Riego por cañón aspersión
- Riego por goteo

##### 3.3.9.2 Variable dependiente:

- Número de flores antes del riego:
- Número de flores después del riego
- Cantidad de botones florales antes del riego
- Número estimado de frutos

#### 3.4 Figura 1. Distribución de los tratamientos



ARBOL

EDA, 2019

#### Material vegetativo

Cultivo establecido de 5 Años de edad **CCN51**

#### Tratamientos de estudio y características de las unidades experimentales

**Tabla 2: Tratamientos en estudio**

TRATAMIENTOS	Método de riego
T1	Riego por Aspersión Sub-foliar
T2	Riego por Mini Aspersión
T3	Riego por Gran Cañón
T4 (Testigo)	Riego por goteo

ARBOLEDA, 2019

**Tabla 3: Características de las unidades experimentales**

TIPO DE DISEÑO	ANIDADO
Distancias entre plantas	2.80 m
Distancia entre hileras	2 m
Numero de tratamientos	4
Número de unidades experimentales	48(plantas)
Aspersión Cañón	
Aspersión Sub-foliar	1201.5m <sup>2</sup>
Micro aspersión	1201.5m <sup>2</sup>
Goteo	3600.m <sup>2</sup>
Área útil de cada unidad experimental	1201.5m <sup>2</sup>
Aspersión Cañón	67.2 m <sup>2</sup>
Aspersión Sub-foliar	67.2 m <sup>2</sup>
Micro aspersión	67.2 m <sup>2</sup>
Goteo	

ARBOLEDA, 2019

### 3.4 Descripción de la zona de estudio

El terreno de investigación estuvo ubicada en la zona de Recinto Piñuelal, Vía Carrizal, con un área de 7252.0118 m<sup>2</sup> y perímetro 341.2980m en la zona de Milagro.

#### 3.4.1 Ubicación Geográfica

La presente investigación se encuentra entre las siguientes coordenadas: 661406.00 m E y 9768711.00 m S

**Tabla 4: Características climáticas**

Temperatura Media Anual:	24 a 26°C
Precipitación Media Anual:	1250mm a 2000mm
Humedad Relativa:	80 a 90%
Punto de Rocío:	21.5°C
Viento Velocidad Media	0.8 m/s

INAMHI, 2015

**Tabla 5: Características edafológicas**

Textura:	Franco Arcilloso, Arenoso
Pendiente:	
PH:	<7

S.N.I (Sistemas Nacional de Información), 2015

Durante el desarrollo del ensayo se realizaron todas las labores y prácticas agrícolas que requiere el cultivo.

- **Instalación de sistemas de riego**

El área de la investigación de este tratamiento es 7252.0118 m<sup>2</sup> y perímetro 341.2980m.

**Población de plantas:** 1295 plantas aproximadamente.

- **Riego por aspersión sub-foliar**

Distancia de cultivo: 2m entre plantas y 2.8 m entre hileras

Área de Tratamiento1: 3619.93m<sup>2</sup>

Densidad de plantas: 646 plantas

Distancia de aspersores: 5m

Modelo de aspersor: 10PYS doble

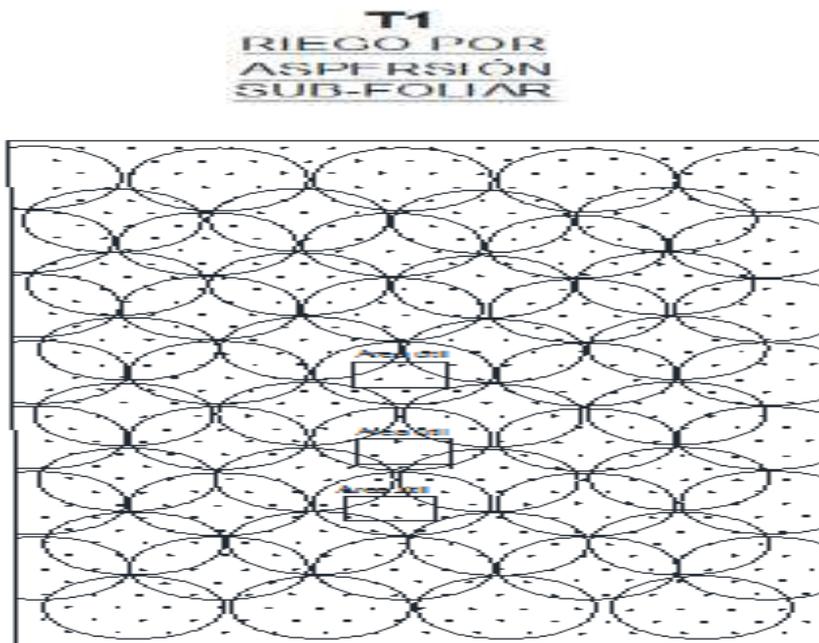
Diámetro de boquilla: 3.5 mm a 2.5 mm

Presión: 0.30 a 0.40 Mpa

Densidad: 3. a 3.8

Distancia entre aspersor: 10m

Figura 2: Ubicación del riego por aspersión



ARBOLEDA, 2019

**Riego por micro aspersión**

Distancia de cultivo: 2m entre plantas y 2.8 m entre hileras

Área de Tratamiento2: 1214.96m<sup>2</sup>

Densidad de plantas: 216 plantas

Distancia de aspersores: 1.5m

Modelo de aspersor: MS8096

Diámetro de boquilla:

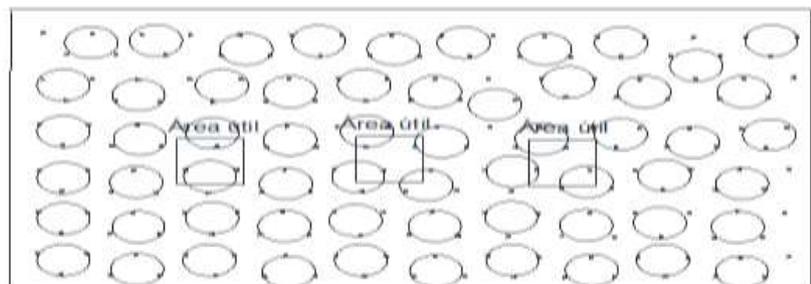
Presión:

Densidad:

Distancia entre aspersor:

Figura 3: Ubicación del riego por microaspersión

**T2**  
**RIEGO POR MICROASPERSION**



ARBOLEDA, 2019

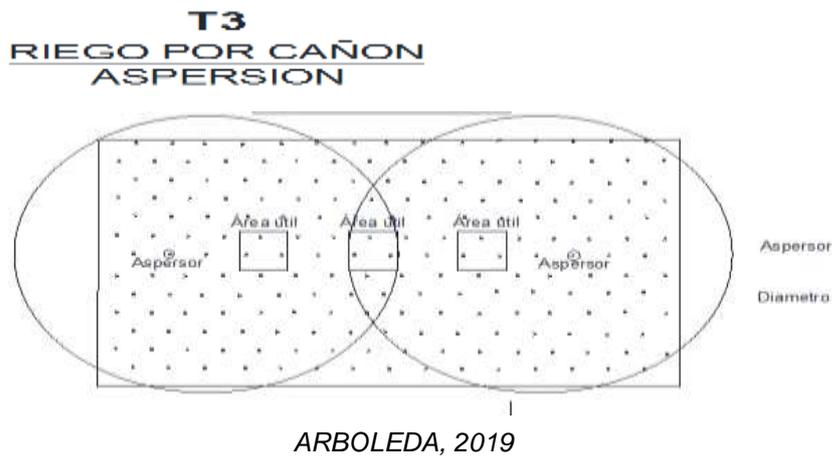
**Riego por aspersión gran cañón**

Distancia de cultivo: 2m entre plantas y 2.8 m entre hileras

Área de Tratamiento3: 1214.96m<sup>2</sup>

Densidad de plantas: 216 plantas  
 Modelo de aspersor: PY30  
 Diámetro de boquilla: 10.0 mm  
 Presión: 0.30 a 0.40 Mpa  
 Densidad: 3.56 a 3.46  
 Distancia entre aspersor: 30m

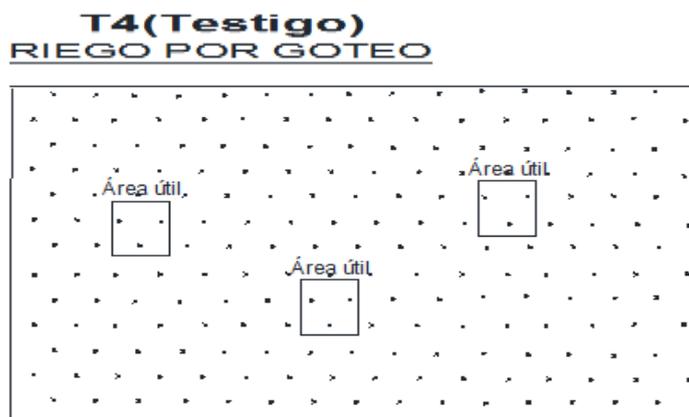
**Figura 4: Ubicación del riego por cañón aspersión**



**Riego por goteo**

Distancia de cultivo: 2m entre plantas y 2.8 m entre hileras  
 Área de Tratamiento4 (testigo): 1214.96m<sup>2</sup>  
 Densidad de plantas: 216 plantas  
 Distancia entre goteros: 2m y 2,8m  
 Modelo del gotero:

**Figura 5: ubicación del riego por goteo**



ARBOLEDA, 2019

**Identificación de Muestra:**

Se tomaron 10 unidades experimentales por cada tratamiento las cuales se identificaron, y se determinó la zona para el conteo de las flores y botones florales.

La cual fue tomada de cada árbol una rama de 50 cm de largo en una altura de 150cm desde el suelo identificándolas previamente y que tengan iguales condiciones como toma le luz solar, ubicación, etc.

### **3.5 Variables a tomar y forma de evaluación**

Estos datos se tomaron luego de la instalación de los tratamientos:

- **Número de flores antes del riego:** De la muestra anteriormente explicada se contabilizaron las flores que se encuentran antes del riego en todos los tratamientos.
- **Cantidad de botones florales antes del riego:** Luego de la etapa floral se contabilizaron los botones florales que surgieron, antes del riego por un mes.
- **Número de frutos:** Después de los meses de fructificación en las plantas escogidas se determinó las diferencias de flores caídas, botones florales caídos y se estimó los frutos producidos por la planta.

### **3.6 Manejo del ensayo**

#### **Determinar el tiempo de riego**

Evaluó el sistema de riego y con la tina de evaporación se divide el requerimiento para la lluvia que aplicaron los emisores

#### **Control de Malezas**

El control de las malezas se realizó manualmente

#### **Fertilización**

Se dieron a las necesidades del cultivo

#### **Control Fitosanitario**

Se dieron a las necesidades del cultivo

#### **Recursos y materiales**

Manuales, Libros, Documentos Digitales, Enciclopedia etc.

#### **Materiales y Equipos**

##### **Materiales**

Computadora, resmas de papel, esferos, cinta, machete, aspersores, tubos, mangueras, goteros, mini-aspersores

##### **Equipos**

Bomba de agua, aspersor (Gran cañón, micro-aspersores)

##### **Recursos Humanos**

Tutor/a y estudiante

## **4. RESULTADOS**

Por lo consiguiente los resultados que se obtuvieron en el ensayo se presentaron de acuerdo a los siguientes ítems:

### **4.2 Efecto de los métodos de riego sobre la flor de cacao**

De acuerdo a los resultados obtenidos, el método de riego micro aspersion en el cultivo de cacao tuvo el mejor efecto, está deducción es en base a los promedios obtenidos en la variable número de frutos por planta que lo detalla la tabla 8.

### **4.3 Perdidas de flores en el árbol de cacao**

Según el efecto del método de riego por micro aspersion, la perdida de flores en el árbol cacao presenta la más baja cantidad de flores caídas, detallando que los resultados obtenidos ubican al método por micro aspersion acto para aplicación en campo, deduciendo con los promedios obtenidos que se muestran en la tabla 6 (número de flores después del riego)

### **4.4 Fruto cuajados en el árbol de cacao**

De acuerdo a los resultados obtenidos el mejor método de riego en el cultivo de cacao fue el de micro aspersion, este cálculo es de acuerdo a los promedios que se presentan en las variables número de frutos por planta que lo detalla la tabla 8 (número de frutos cuajados)

### **4.5 Variables de estudio**

#### **4.4.1. Número de flores antes del riego**

De acuerdo a la tabla 5 (número de flores ante del riego) se presentan los promedios finales tomados de 12 plantas, donde los resultados parciales demostraron que no existen diferencias significativas entre sus tratamientos; no obstante los tratamientos presentan valores diferente, siendo el T4 (Riego por goteo) quien muestra el mayor promedio con 267.9 flores, mientras que el

T3 (Riego por cañón aspersión) presenta el menor valor numérico con 258 flores. Los resultados parciales presentan un coeficiente de variación de 16.1 %.

**Tabla 6: Número de flores ante del riego**

Nº tr	Descripción de los tratamientos (Métodos de riego)	Promedios
T1	Riego por aspersión	272.2 a
T2	Riego por micro aspersión	266.5 a
T3	Riego por cañón aspersión	258.0 a
T4	Riego por goteo	267.9 a
C.V.		16.1%

Promedios finales de la variable número de flores ante de riego  
ARBOLEDA, (2019)

#### 4.4.2 Número de flores después del riego

Los promedios que se presentan en la tabla 6 (número de flores después del riego), demuestran que no existen diferencias significativas entre sus tratamientos; no obstante los tratamientos presentan valores diferente, siendo el T4 (Riego por goteo), quien muestra el mayor promedio con 247.3 flores, mientras que el T3 (Riego por cañón aspersión), presenta el menor valor numérico con 224,8 flores. Los resultados parciales presentan un coeficiente de variación de 16.1 %.

**Tabla 7: Número de flores después del riego**

Nº tr	Descripción de los tratamientos (Métodos de riego)	Promedios
T1	Riego por aspersión	240.8 a
T2	Riego por micro aspersión	244.2 a
T3	Riego por cañón aspersión	224.8 a
T4	Riego por goteo	247.3 a
C.V.		21.4 %

Promedios finales de la variable número de flores ante de riego  
ARBOLEDA, (2019)

#### 4.4.3 Cantidad de botones florales

De acuerdo a la tabla 7 (Cantidad de botones florales) se presentan los promedios finales tomados de 12 plantas, donde los resultados parciales demuestran que no existen diferencias significativas entre sus tratamientos; no obstante los tratamientos presentan valores diferente, siendo el T1 (Riego por aspersión) quien muestra el mayor promedio con 351.9 botones florales, mientras que el T4 (Riego por cañón aspersión) presenta el menor valor numérico con 324,4 botones florales. Los resultados parciales presentan un coeficiente de variación de 13.7 %.

**Tabla 8: Cantidad de botones florales**

Nº Tr.	Descripción de los tratamientos (Métodos de riego)	Promedios
T1	Riego por aspersión	351.9 a
T2	Riego por micro aspersión	329.7 a
T3	Riego por cañón aspersión	333.9 a
T4	Riego por goteo	324.4 a
C.V.		13.7 %

Promedios finales de la variable cantidad de botones florales  
ARBOLEDA, (2019)

#### 4.4.4 Número de frutos cuajados

Según los resultados que se muestran en la tabla 8 (número de fruto cuajados) se presentan los promedios finales tomados de 12 plantas, donde los resultados parciales demuestran que no

existen diferencias significativas entre sus tratamientos; no obstante los tratamientos presentan valores diferente, siendo el T2 (Riego por micro aspersión) quien muestra el mayor promedio con 40.4 frutos cuajados, mientras que el T4 (Riego por cañón aspersión) presenta el menor valor numérico con 33.8 frutos cuajados. Los resultados parciales presentan un coeficiente de variación de 27.2 %.

**Tabla 9: Número de frutos cuajados**

N° tr	Descripción de los tratamientos (Métodos de riego)	Promedios
T1	Riego por aspersión	38.4 a
T2	Riego por micro aspersión	40.4 a
T3	Riego por cañón aspersión	33.8 a
T4	Riego por goteo	35.8 a
C.V.		27.2 %

Promedios finales variable número de frutos cuajados  
ARBOLEDA, (2019)

## 5. DISCUSIÓN

De acuerdo a los promedios obtenidos en este ensayo se determina que el mejor efecto que tuvo los métodos de riego incidieron en el micro aspersión, obteniendo buenos resultados en la variable número de frutos cuajados, esto se debe a que el riego abastece de agua de una forma adecuada al cacao CNN-51, lo que coincide con (Rodrigo, A., 2014), quien indica que este sistema de riego cubre una superficie limitada de terreno en forma de lluvia artificial y se desplaza en el suelo en función de tres factores fundamentales que son las propiedades y características del perfil físico del suelo.

Se determina que el método de riego por microaspersión es adecuada para aplicar al cultivo de cacao, para obtener mejores resultados en cuanto a la producción se refiere, deduciendo que los mejores promedios arrojados en este ensayo recaen sobre este método de riego, esto es debido que el caudal y el traslape que recaen sobre la planta de cacao es idónea, ya que cubre gran parte de las raíces de la plantas, coincidiendo con (Chavarro, D., 2014), quien sostiene que el sistema de riego por microaspersión es localizado en el cultivo de cacao, donde se conduce el agua a cierta parte de la parte, ocasionando una buen respuesta en la producción, se debe recalcar que es necesario combinar una buena fertilización para obtener rendimientos adecuados.

## 6. CONCLUSIONES

Una vez analizado y sintetizado los resultados dentro de esta investigación se concluyen lo siguiente:

Según los resultados obtenidos, el método de riego micro aspersión en el cultivo de cacao tuvo el mejor efecto, está deducción es en base a los promedios obtenidos en la variable número de frutos cuajados por planta quien muestra el mayor promedio con 40,4 frutos cuajados.

Al obtener los resultados de las variable número de frutos cuajados, se concluye que el T2 (Riego por microaspersión) es el que mejor resultado tuvo, esto es debido que la aplicación de agua cubre en gran parte la raíces de la planta, siendo este riego localizado y adecuado para mejorar la producción de la planta.

Comparativamente los sistemas de riego que se evaluó son adecuados, pero el riego que mejor resultado obtuvo fue el de Micro aspersión.

## 7. RECOMENDACIONES

Ya concluido y clasificado el ensayo se recomienda lo siguiente:

Implementar el sistema de riego por microaspersión en el cultivo de cacao para mejorar la producción del mismo, además es importante que al momento de instalar el sistema de riego la altura del muñeco debe estar a 15 o 20 cm, por considerar que a esta altura no afecta la producción floral.

Combinar los sistemas de riego con una buena fertilización para aumentar el rendimiento del cultivo de cacao, evitando que este en plena floración debido a que hay productos que son abortivos.

Evaluar el sistema de riego por microaspersión el caudal y las propiedades físicas del suelo en otros ensayos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, T., Bravo, E., & Armendari, E. (2014). SOBERANÍA ALIMENTARIA Y ACCESO A SEMILLAS HORTÍCOLAS EN EL ECUADOR. *LA GRANJA:REVISTA DE CIENCIAS DE LA VIDA*, 45-57.
- Alvarado, A. (2014). RIEGO POR MICROASPERCION EN EL CULTIVO DE CACAO. *UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA, FACULTAD DE AGRONOMIA*, 8-19.
- BALÓN FIGUEROA, M. A. (2015). "INSTALACIÓN DE UNA PLANTACIÓN CLONAL DE CACAO EN LA PARROQUIA SIMÓN BOLÍVAR, PROVINCIA DE SANTA ELENA". *UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA, FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS*.
- Batista, L. (2009). Guía Técnica, El Cultivo de Cacao (2009). *Fundesyram*, 64-67.
- C.C. Shock, T. W. (2013). RIEGO POR GOTEÓ. *TECNICAS PARA UNA AGRICULTURA SOSTENIBLE*, 10.
- Cardenas, I. (2010). Diseño e instalacion de un sistema de riego por aspersión para 50 Ha. de cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis*) en la provincia del Guayas. *ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL*, 9-20.
- Carrazón Alocén, J. (2007). Manual práctico para el diseño de sistemas de minirriego. *FAO*.
- Carrion, J. (2012). *Estudio de factibilidad para la producción y comercialización de cacao (Theobroma cacao L.) variedad CCN-51, Jama-Manabí*. Quito: UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO.
- CEAL. (sf.). *Cooperativa Eléctrica de Azul Limitada*. Recuperado el 9 de 4 de 2016, de [www.ceal.com.ar](http://www.ceal.com.ar): <http://www.ceal.com.ar/agua/usuario.html>
- CENICANA. (2015). *Cenicaña* © 2015. Recuperado el 31 de 1 de 2016, de <http://www.cenicana.org/>: <http://www.cenicana.org>
- Chavarro, D. (2014). En *Sistemas de riego localizados en el cultivo de cacao* (pág. 69). Universidad Sur colombiana.
- Conferencia Plurinacional e Intercultural de Soberanía Alimentaria. (2015). Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria. *Asamblea Nacional Constituyente*.
- Doster, N., José, R., & Asunción, C. (2011). *Hoja botánica: Cacao*. Berlin, Alemania: Octubre 2011.
- Egas, J. (2010). *Efecto de inoculación de Azobacter en plantulas injertadas de cacao*. Quito: ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL.
- ESTRELLA, E. (2012). MEDIDAS DE CONTROL DE BAJO IMPACTO AMBIENTAL PARA MITIGAR LA MONILIASIS (MoniliophthoralareriCif y Par. Evans et al.) EN CACAO HÍBRIDO NACIONAL X TRINITARIO EN SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS." . *ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO, DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA*, s.p.
- F.A.O. (2006). *UNA OPORTUNIDAD PARA VIVIR*. Recuperado el 1016 de MARZO de 15, de [ftp://ftp.fao.org/agl/aglw/docs/factsheet\\_wwf\\_spa.pdf](ftp://ftp.fao.org/agl/aglw/docs/factsheet_wwf_spa.pdf)
- FAO. (2006). Evapotranspiración del cultivo Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. *FAO*, 5-60.
- Fundesyram. (2006). <http://www.fundesyram.info>. Recuperado el 9 de 4 de 2016, de [www.fundesyram: http://www.fundesyram.info/biblioteca.php?id=3096](http://www.fundesyram.info/biblioteca.php?id=3096)
- Hermida, X. (2013). EVALUACION FINANCIERA DE LA IMPLEMENTACION DE RIEGO POR ASPERSION EN LA FINCA AMADITA. *ESPOL*, 1-7.
- Hermida, X. (SF). EVALUACION FINANCIERA DE LA IMPLEMENTACION DE RIEGO POR ASPERSION EN LA FINCA AMADITA. *ESPOL*, 1-7.
- Hernandez, J., & Escobar, I. (2001). La radiación solar en invernaderos mediterráneos, Finca experimental "La Nacla". *Caja Rural de Granada*.
- I.N.T.A. (2009). *Guía Tecnológica del cultivo de cacao*. Nicaragua: Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria.

- ICCO. (2003). CARACTERIZACION DE ARBOLES SUPERIORES DE CACAO (*Theobroma cacao*). *Centro Agronomico Tropical de Investigaciones y Enseñanzas CATIE. Programa de enseñanza para el desarrollo y la conservación.*, 23.
- INFOAGRO. (2006). *INFOAGRO*. Recuperado el 9 de 4 de 2016, de infoagro.com: [www.infoagro.com/herbaceos/industriales/cacao](http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/cacao).
- INIAP AMAZONIA. (2014). Manual N° 76. *INIAP, Unidad de recursos*, s.p.
- Leon, J. (2000). *BOTANICA DE LOS CULTIVOS TROPICALES*. Costa Rica: Agroamerica.
- Levitus, G. (2007). Biotecnología y Mejoramiento Vegetal II. *Consejo Argentino para la Información y el Desarrollo de la Biotecnología*.
- LÓPEZ VERA, H. J. (2012). "EVALUACIÓN DEL EFECTO DE APLICACIÓN DEL ACTIVADOR FISIOLÓGICO ORGÁNICO FLORONE EN EL CULTIVO DE CACAO. *UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO, FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS, ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA*.
- M.I.S.T.I. (2015). *INFOCAFES*. Recuperado el 12 de 4 de 2016, de <http://www.infocafes.com/descargas/biblioteca/157.pdf>
- MAGAP. (2012). *GUIA DE BUENAS PRACTICAS AGRICOLAS PARA CACAO*. QUITO: AGROCALIDAD.
- Mendoza Villanueva, C. (2013). EL CULTIVO DE CACAO, OPSION RENTABLE PARA LA SELVA. *SELVA CENTRAL - DESCO*.
- PERALTA, J. (2000). *PROGRAMACION DE RIEGO*. LA PLANTILLA: INIA.
- Proaño, J. (2013). *DETERMINACION DEL FACTOR DE ADECUACION DE RIEGO PARA EL CULTIVO DE CACAO EN UN SUELO BAJO RIEGO POR GOTEO*. GUAYAQUIL: UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR.
- Rodrigo, A. (2014). En *Evaluación de sistemas de riego localizado en el cultivo de cacao, como estrategia de aumento de la producción en el departamento de Huila* (pág. 56). Huika.
- Roque, J. (2012). *Hoja botánica: Cacao Theobroma cacao L.* Lima - Perú: Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2012-06345.
- Salcedo, F., BArrios, R., Garcia, M., & Valdez , T. (2014). *Distribución de agua en un sistema de microaspersión sobre un ultisol cultivado con Lima Tahití en el estado Monagas, Venezuela*. San Agustín de la Pica: Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA).
- Sanchez, A. (17 de Diciembre de 2013). La importancia del riego en la agricultura. *El Universo*.
- Santos, L., Juan, J., Picornell, M., & Tarjuelo, J. (2010). *EL RIEGO Y SUS TECNOLOGIAS*. La Mancha: Universidad de Castilla.
- Saud Toledo, J. P. (2012). *Diseño de un sistema de riego por goteo para cultivos en zonas con escases de agua*. Quito, 2012.: Tesis (Ingeniero Civil), Universidad San Francisco de Quito, Colegio de Ciencias e Ingeniería.
- Schmid, P. (2013). ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL Y PERSPECTIVAS DEL CACAO ECUATORIANO Y PROPUESTA DE INDUSTRIALIZACIÓN LOCAL . *UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR, FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS, TESIS DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA EN NEGOCIOS INTERNACIONALES*.
- Tandazo, J. (2015). *Estudio de los indicadores de calidad de un sistema de riego por aspersión subfoliar en Banano (musa aaa) en la zona de Pueblo Viejo*. Los Ríos: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO.
- Tarjuelo, J. (2005). *RIEGO POR ASPERSION*. LA MANCHA: Universidad de Castilla.
- Villalta, J. (2015). *COSTOS DE PRODUCCIÓN DE 2 HECTÁREAS DE CACAO CCN-51 DE LA FINCA MÓNICA NARCISA, RECINTO CAÑALITO, CANTÓN QUEVEDO, AÑO 2014*. Quevedo: UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO.