



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
PROGRAMA SEMIPRESENCIAL SEDE EL ANGEL



TRABAJO DE TITULACIÓN

COMPONENTE PRÁCTICO PRESENTADO A LA UNIDAD DE TITULACIÓN COMO
REQUISITO PREVIO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA

“Determinación de los sistemas de riego a implementarse en la granja agroecológica
de la Universidad Técnica de Babahoyo Programa El Ángel, cantón Espejo,
provincia del Carchi”

AUTOR:

Darwin Fernando Reascos Rivera

TUTOR:

Ing. Agr. Manuel Aguilar

Espejo – Carchi – Ecuador
2017

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
I. CARACTERÍSTICA GEOGRÁFICA	1
1.1. Ubicación	1
1.2. Delimitación geográfica	1
1.3. Climatología	1
1.4. Zonas de vida	1
II. ENFOQUE INSTITUCIONAL	3
2.1. Misión	4
2.2. Visión	4
2.3. Programa El Ángel	5
2.4. Diseño curricular Programa El Ángel	5
2.5. Objetivos del programa	12
2.6. Perfil del Profesional	12
2.7. Campo ocupacional	12
2.8. Comisión de vinculación con la comunidad	12
2.8.1. Misión	12
2.8.2. Visión	13
2.8.3. Valores para trabajar en vínculos con la comunidad	13
III. DIAGNÓSTICO	14
3.1. Características del lote	14
3.1.1. Suelo	14

3.1.2. Climatología	15
3.1.3. Agua	15
3.1.4. Uso actual del suelo	15
3.1.5. Especies forestales y cultivadas	16
3.1.6. Accesibilidad	18
IV. PROBLEMATIZACIÓN	19
V. PLAN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA ECOFINCA	20
5.1. Importancia para implementar una finca ecológica	20
5.2. Granja integral agroecológica	20
5.3. Componentes de una granja ecológica	21
5.3.1. Componente agroforestal	24
5.3.2. Sistemas agrosilvícolas	24
5.4. Plan para manejar la finca agroecológica	26
5.4.1. Subprograma cereales andinos	26
5.4.2. Subprograma leguminosas	26
5.4.3. Subprograma de recuperación de suelos	27
5.4.4. Subprograma de frutales andinos	27
5.4.5. Subprograma tubérculos andinos	27
5.4.6. Subprograma de implementación de un vivero forestal	27
5.4.7. Subprograma pastos y forrajes de altura	28
5.4.8. Subprograma cultivos no tradicionales	28
5.4.9. Subprograma de cultivos asociados	28
5.4.10. Subprograma hortícola	28

5.4.11. Implementación de cortinas rompevientos y cercas vivas	30
5.4.12. Implementación de un sistema de riego	31
VI. COMERCIALIZACIÓN, INDUSTRIA Y RENTABILIDAD	32
VII. COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN	40
VIII. BIBLIOGRAFÍA	42
IX. ANEXOS	43

LAS INVESTIGACIONES, RESULTADOS, CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES DEL PRESENTE TRABAJO, SON
EXCLUSIVA
RESPONSABILIDAD DEL AUTOR:

DARWIN FERNANDO REASCOS RIVERA

AGRADECIMIENTO

A todas las personas que de uno u otro modo colaboraron en la realización de este trabajo y especialmente a los profesores de la Universidad Técnica de Babahoyo , Facultad de Ciencias Agropecuarias que se esforzaron por darnos lo mejor de sus enseñanzas.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

TRABAJO DE TITULACION

COMPONENTE PRÁCTICO PRESENTADO A LA UNIDAD DE TITULACIÓN COMO
REQUISITO PREVIO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA

“Determinación de los sistemas de riego a implementarse en la granja agroecológica
de la Universidad Técnica de Babahoyo Programa El Ángel, cantón Espejo,
provincia del Carchi”

TRIBUNAL DE SUSTENTACION

ING. Oscar Wellington Mora Castro

PRESIDENTE

ING. Luis Ponce

ING. Manuel Aguilar

I. INTRODUCCIÓN

En nuestro medio el 70% del agua dulce está destinada para la agricultura, pero diariamente se observa que existen sectores que ya no alcanza el recurso hídrico para cubrir la demanda de los cultivos, lo que se debe principalmente a los cambios climáticos y al mal uso de este recurso por parte del hombre, lo cual fomenta al agricultor la necesidad de realizar reservas (reservorios) para dosificar de agua a sus cultivos y a la cantidad de terreno que posea.

El agricultor ya no cuenta con la facilidad de antes, cuando se tenía la acequia llena los 365 días del año, lo que ha hecho imprescindible que las autoridades formen las denominadas “Juntas de agua” para entregar a los usuarios determinadas cantidades de agua semanalmente o por período de días, verificando la importancia del recurso hídrico, el cual cada vez va disminuyendo en nuestro país.

En la agricultura, para generar buenos procesos de producción, es necesaria la tecnificación con los diferentes sistemas de riego para poder distribuir el recurso hídrico indispensable para los cultivos y de esta manera no excederse de este recurso de vital importancia para el desarrollo de las plantas.

En la actualidad, un sistema de riego no es precisamente para los productores de clase media –alta, sino más bien un recurso para todos los agricultores en general cuya finalidad es aumentar la productividad en los cultivos y evitar causar daño al suelo; ya que con un sistema de riego adecuado se merma la erosión y salinización del suelo.

La importancia de determinar la cantidad de agua necesaria a un cultivo, no solo radica en contribuir en el desarrollo productivo de una zona, sino también en cubrir con una cantidad de agua la demanda para los agricultores que están cultivando una parte de su terreno y de esta forma aumentar la superficie de siembra.

Los sistemas de riego se ejecutan de acuerdo al cultivo, sean estos anuales, perennes o ciclo corto y debido a que en la provincia del Carchi hay un porcentaje alto de agricultores que se

dedican a la ganadería entonces es imprescindible realizar un sistema de riego para el cultivo de pastos, paralelamente al cultivo de papa que también maneja el mismo sistema.

La eficiencia del riego por aspersión en los cultivos es de un 70 a 75% de efectividad, ya que se lo realiza cubriendo uniformemente la superficie del cultivo dando agua a hojas, flores y frutos para que el cultivo la absorba, juntos con los nutrientes por las raíces y por medio de los estomas de las hojas, aumentando la productividad al utilizarlo en el momento adecuado. Sin embargo, al existir cambios climáticos (vientos fuertes) no presenta tanta efectividad porque gran cantidad de la lluvia artificial que produce es arrastrada por el viento, entonces el riego no sería uniforme.

En el caso de riego por goteo o riego localizado, la eficiencia es más alta que la aspersión, con eficiencia del 90%, ya que este tipo de riego se puede manejar para cualquier tipo de cultivo; el ahorro de agua es considerable por lo que se le proporciona la cantidad exacta de agua al cultivo, efectuándose directo a la raíz y es absorbido por la planta evitando desgaste de agua por evaporación.

Por lo antes expuesto, la presente investigación busco alternativas para implementar un sistema de riego adecuado en la granja agroecológica del programa de Ingeniería Agronómica, sede El Ángel de la Universidad Técnica De Babahoyo, ubicada en el cantón Espejo, provincia del Carchi.

1.1. Objetivos General:

Determinar los diferentes sistemas de riego convenientes para implementarse en la granja agroecológica de la Universidad Técnica de Babahoyo, Programa El Ángel, cantón Espejo, provincia del Carchi.

Específicos:

- Elaborar diseño de sistemas de riego por aspersión
- Elaborar diseño de sistema de riego por goteo
- Análisis económico

II. REVISIÓN DE LITERATURA

Cadena (2012), indica que el riego es la actividad más utilizada por el hombre para la producción de sus alimentos. Es una actividad tan antigua como la creación del hombre, encontramos que la Biblia habla de él en el libro Génesis 2:10 cuando dice “De Edén salía un río que regaba el Jardín, de allí se dividía y se formaban de él cuatro brazos. La Historia nos cuenta de las obras de riego que se hicieran en Egipto y Mesopotamia 3500 años a. de C. obras como la construcción de canales, de presas o de obras de repartición. Nos dice que la construcción de la represa Tu – Kiang en la China, se la realizó en el año 2627 a de C.

Existen muchos y variados sistemas de riego, los cuales se encuentran en permanente revisión, ya que se trata de una tecnología joven que se ha ido desarrollando al mismo tiempo que ha avanzado la sociedad del bienestar. Las zonas verdes han pasado de ser un lujo a una necesidad y el riego es la operación más importante para determinar qué área pueda ser cultivada aplicándole el agua necesaria a las plantas. Este consta de varios componentes. El conjunto de componentes dependerá de si se trata de riego superficial, por aspersión, o por goteo. Por ejemplo, un embalse no será necesario si existe otra fuente de agua cercana tales como río o arroyo de los cuales se capta el agua y estos tienen un caudal suficiente incluso en el período de sequía (EcuRed, s.f.).

El uso del riego en la agricultura es una práctica antigua, desarrollada con la finalidad de proveer una cantidad adecuada de agua para el correcto desarrollo de los cultivos y permitir así la producción de alimentos en la época seca, en la cual no existen lluvias frecuentes. Esto posibilitó la existencia constante de comida y gracias a esto los pueblos lograron asentarse y desarrollarse. El agua es tan importante para la agricultura debido a que crea una solución en el suelo en la cual se encuentran disueltos los nutrientes y mediante la absorción efectuada por sus raíces, las plantas logran acceder a estos (El universo, 2013).

T. P. Agro (s.f.), señala que la dependencia tradicional de aquella agricultura sometida al sol y al agua en estos tiempos, sólo predispone un cultivo a la acción de factores externos severos como el retraso en el crecimiento y desarrollo vegetativo, ataques repentinos de plagas, enfermedades, falta de uniformidad en el desarrollo de la plantación y de la fructificación, que normalmente reflejan el estrés hídrico y las dificultades que pasan las plantas tratando

de tomar un agua que no está disponible y menos aquella necesaria para facilitar los procesos nutricionales en una etapa específica de desarrollo del cultivo. La agricultura sin riego, en aquellas zonas que lo tienen disponible, es una aventura, que se paga mal en un mercado que no da esperanzas a este tipo de proveedores circunstanciales. El objetivo del riego tecnificado es facilitar oportunamente a las plantas el agua necesaria en cada etapa de desarrollo fisiológico para cumplir sus necesidades metabólicas y optimizar el uso de sus insumos y energía. Pero este uso del agua también requiere de un programa que permita administrar el tiempo oportuno, la cantidad adecuada y la calidad de la aplicación (T. P. Agro, s.f.).

El riego presurizado ha revolucionado la forma en que regamos las plantas. Se hace correr agua en tuberías, se presuriza y se riega las plantas con ella. Este método ahorra mucha más agua que los sistemas tradicionales de riego superficial, en donde el agua de canales o cuerpos de agua se libera en surcos o cuencas abiertas y se distribuye por gravedad. Con la aridez y la población mundial en aumento, los métodos eficientes de riego son ahora vitales. El riego presurizado es una tecnología relativamente reciente, desarrollada en el siglo XX. Un desarrollo clave en esta tecnología fue la invención del riego por goteo en la década de 1960 en Israel (Chaney, 2014).

La instalación de un sistema de riego presurizado está compuesta principalmente de un diseño agronómico y de un diseño hidráulico. El diseño agronómico consiste primordialmente en determinar las necesidades hídricas del cultivo, es decir se calcula la cantidad de agua que necesita el cultivo para su normal desarrollo sin ocasionar un déficit hídrico, dependiendo primordialmente de factores edafológicos y climatológicos básicamente y otros propios del cultivo. El diseño hidráulico consiste básicamente en la sincronización de un conjunto de accesorios que permite trasladar una determinada cantidad de agua desde la fuente de la misma hasta el área destinada al riego, disminuyendo las pérdidas de agua y maximizando las eficiencias de conducción, distribución y aplicación en todo el sistema de riego (Tola, s.f.)

Para Álvarez (2003), las ventajas y desventajas son las siguientes:

Ventajas

- Permite regar en terrenos ondulados
- Dependiendo del diseño del sistema permite ahorros en mano de obra respecto al riego por gravedad.

- Permite regar casi todos los cultivos, excepto aquellos en el que el tamaño de la gota pueda hacer daño.
- No requieren mecanización del terreno ni el mantenimiento de las redes de transporte de agua.
- Permite trabajar con fertilizantes dentro del riego
- Se puede trabajar un sistema de defensa para las heladas

Desventajas

- Costo elevado de la instalación
- Mayores costos de operación y necesidad de operar altas presiones
- No es aconsejable en casos de que el agua sea administrada por turnos, a no ser que se tenga un depósito para almacenamiento.
- Los vientos pueden disminuir la eficiencia en la aplicación del riego (Álvarez, 2003).

García y Briones (1997), menciona que el principio de operación en los sistemas de riego por aspersión se basa en convertir la energía de presión en energía de velocidad a la salida de la boquilla de aspersión en forma de chorro. A medida que dicho chorro de agua pasa sobre el terreno del campo este queda esparcido en forma de gotas de agua, las cuales al reunirse con la resistencia del aire caen a la superficie del suelo. Un sistema de riego por aspersión consiste de una red de tuberías o tubos con aspersores acoplados a ellos arreglados de tal manera, que puedan distribuir la precipitación de agua de riego lo más uniformemente posible sobre el campo del cultivo. En la mayoría de los sistemas de riego por aspersión, la intensidad de precipitación es menor que la tasa de infiltración básica del suelo. De esta manera se logra que toda el agua que cae sobre la superficie del suelo se infiltre, evitando el exceso de encharcamiento que pudiera resultar en escurrimientos superficiales, los cuales traerían como consecuencia aplicaciones no uniformes del agua y serios problemas de erosión.

Cadena (2012), indica que el diseño de sistemas de riego por aspersión se inicia considerando los datos de los elementos que permiten un margen de elección, tales como:

- Frecuencia de riego

Es el tiempo en días necesario para completar un riego en todo el terreno y se calcula con la siguiente fórmula:

$$F = \frac{L \times d}{R} \quad \text{o} \quad F = \frac{Ln}{ET \text{ (dia)}}$$

➤ Unidad de riego

Se considera Unidad de Riego a la superficie regada simultáneamente por todos los aspersores o la superficie que vamos a regar en cada posición; y es igual a:

$$U_r = \frac{S \times R}{L \times d \times p}$$

➤ Caudal horario

Es el caudal necesario, para el funcionamiento de nuestra instalación de riego durante una hora. Se calcula en base a la siguiente fórmula:

$$Ch = \frac{S \times R}{d \times h}$$

➤ Pluviometría

Es la cantidad de agua aportada por el aspersor al suelo, por cada metro cuadrado en una hora como unidad de tiempo

$$P = \frac{Ch}{U_r \times 10} |$$

➤ Elección de los aspersores

Si hemos resuelto trabajar con un sistema de riego semifijo, con la tubería principal y las secundarias fijas y las laterales móviles, habíamos dicho que conviene trabajar con una distribución en cuadrado; es decir partimos sabiendo que la separación de los aspersores en la tubería lateral es igual a la separación de los aspersores entre las laterales (Cadena, 2012).

Agrohuerto (2015), publica que el riego por goteo es un sistema de riego que se caracteriza por una aplicación del agua lenta y localizada a la planta, de esta manera, se reduce los gastos de agua innecesarios. Los elementos que se utilizan para desaguar se denominan goteros, en los que el caudal es muy pequeño. Todos estos goteros suelen insertarse en una tubería de polietileno que cubre de forma permanente la superficie de cultivo. En general las instalaciones son fijas y automatizadas, esto permite el uso frecuente del riego y el uso de

aguas de mala calidad. De ahí, su importancia en la sostenibilidad tanto en huertos pequeños como jardines.

Smart (s.f.), menciona que cuando está bien diseñado y manejado, el riego por goteo tiene muchas ventajas sobre otros métodos de irrigación, incluyendo: la eliminación de la escorrentía superficial, nivel constante en la humedad del suelo, alta eficiencia en el uso del agua, flexibilidad en la aplicación de fertilizantes, previene el crecimiento de malezas y enfermedades de las plantas. Los sistemas de goteo también pueden ser fácilmente integrados en los sistemas de fertirrigación y automatización. En los sistemas de riego tradicionales, el agua se aplica al campo entero, ya sea por aspersión o por riego por inundación, lo que resulta en una pérdida significativa de agua. El riego por goteo es un método de riego moderno en el cual el agua es aplicada directamente a la zona radicular de la planta.

Para Huanca (s.f.), el riego localizado o riego por goteo es la aplicación del agua al suelo, en una zona más o menos restringida del volumen radicular. Sus principales características son:

- Utilización de pequeños caudales a baja presión
- Localización del agua en la proximidad de las plantas a través de un número variable de puntos de emisión
- Al reducir el volumen de suelo mojado, y por tanto su capacidad de almacenamiento, se debe operar con una alta frecuencia de aplicación, a dosis pequeñas.

García y Briones (1997), señalan lo siguiente:

Los emisores: La función de los emisores es la de causar una caída de presión de tal manera que solo un pequeño flujo de agua sea descargado.

Esta necesaria pérdida de carga es realizada a través del uso de orificios, vórtices, pasos tortuosos, placas de impacto a una combinación de esas. Así, una gran variedad de emisores han sido desarrollados comercialmente en aquellos países donde se emplea el riego por goteo. El flujo a través de un emisor en particular depende de la presión en la línea lateral a la cual está conectado el emisor y puede variar de descargas tan bajas como 1/h y tan grandes como 100l/h.

Necesidades netas de riego

En los sistemas de riego estudiados la demanda neta (D_n) es igual a la evapotranspiración menos la precipitación efectiva ($D_n = ET - P_e$) en el sistema por goteo la precipitación efectiva no se considera dada la alta frecuencia de riego (por lo general diario) y entonces tenemos que $D_n = ET$

Necesidades totales de riego

En los sistemas de riego antes vistos, recordemos que la demanda total es igual a la demanda neta sobre la eficiencia de aplicación ($D_t = D_n / E_a$). En el riego por goteo la eficiencia de aplicación se refiere al aporte adicional de agua que se debe dar por las pérdidas causadas por percolación profunda o por salinidad y por la uniformidad del riego; transformándose en consecuencia la fórmula en:

$$D_t = \frac{D_n}{R_p (1 - R_l) C_u}$$

Porcentaje del área a mojarse (P)

Al no mojar toda la superficie, es necesario determinar un mínimo de superficie a mojarse para que las raíces del cultivo se desarrollen normalmente; pudiendo recomendarse los siguientes valores para P :

En cultivos de marco amplio: $25 < P < 35$

En cultivos de marco medio: $40 < P < 60$

En cultivos hortícolas: $70 < P < 90$

Los valores son tomados a 30 cm de profundidad, aunque en cultivos de raíces poco profundas la medición se hace a 15 cm. Debemos tener presente que mientras mayor sea el porcentaje de superficie mojada aunque se asegure el consumo de agua por parte de la planta, la instalación se encarecerá por el requerimiento de un mayor número de goteros

Superficie mojada del gotero

Debemos indicar que los fabricantes de goteros nos dan una gama de caudales a ser escogidos por el usuario; estos suelen estar entre 2, 4, 6, 8 y 12 l/h; sin embargo los más utilizados son los de 2 y 4 lt. /hora; el de 2 l/h se ocupa más en horticultura o si tenemos un suelo arcilloso lo normal son los de 4 l/h.

Existen fórmulas que nos dan un valor aproximado a la superficie mojada por los goteros en base a la textura del suelo. Son las que utilizaremos en nuestros cálculos y se refieren a que:

En suelos de textura arcillosa: $d = 1.2 + 0.1 q$

En suelos de textura media: $d = 0.7 + 0.11 q$

En suelos de textura arenosa: $d = 0.3 + 0.12 q$

Número de goteros por planta (n)

Resulta de la siguiente expresión:

$$n = \frac{\text{Superficie mojada de la planta}}{\text{Superficie mojada del gotero}}$$

Tiempo de duración del riego (t)

Viene dado por la siguiente igualdad:

$$t = \frac{Dt \times A}{q \times n}$$

Dosis total

La cantidad de agua aplicada en cada riego será igual a:

$$Dt = q \times n \times t$$

Intervalo entre riegos (I)

Su valor se determina en base a:

$$I = \frac{Lb}{Dt \times A}$$

Sub módulo o sub unidad de riego

Si el caudal de nuestro gotero está en la misma unidad; al dividir el caudal disponible para el caudal del gotero tendremos el número de goteros que pueden trabajar con el caudal que disponemos.

Sabemos el número de goteros por planta, en consecuencia al dividir éste número de goteros para el número de goteros por planta tendremos el número de plantas.

Finalmente al multiplicar el número de plantas por el área que ocupa cada planta tendremos la superficie servida con este sistema de riegos, la misma que toma el nombre de Sub-unidad de riego

Unidad de riego

Se refiere a la superficie que podemos regar en un día.

Tubería a utilizar

La pérdida de carga máxima admisible en la sub-unidad viene dada por la fórmula

$$h_{\max} = \frac{0.1 \times p}{x}$$

Cálculo de la bomba y el motor

Procedemos de igual manera que para el riego por aspersión, teniendo en cuenta que las pérdidas de carga adicionales serán las que se tienen de los accesorios que encontremos en el cabezal, de acuerdo a los siguientes valores Pérdidas de carga en mca:

Hidrociclón	2 – 6
Filtro de grava	2 – 4
Filtro de malla	1 – 3
Tanque de fertilización	1 – 4
Inyector hidráulico	4 – 5
Inyector Vénturi	5 – 20
Regulador de presión	4 – 6

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación y descripción del área experimental

La presente investigación se realizó en los predios del programa semipresencial de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Babahoyo, Sede el Ángel, cantón Espejo, provincia del Carchi.

Las Coordenadas geográficas son de 77° 56'00'' de longitud occidental y 00° 37'00'' de latitud sur y abarca una altitud aproximada de 3004 m.s.n.m.

El suelo franco arcilloso; el clima es frío a templado, con temperaturas medias que varían entre 13 °C, pero extremos absolutos están entre 14 °C, con lluvias irregulares. Se presentan dos épocas: la seca de junio a octubre, donde hay presencia de vientos fuertes, sol intenso durante el día y heladas por las noches, en algunos días existe la presencia de lloviznas acompañadas de una alta nubosidad; la época lluviosa va de noviembre a mayo, existe la presencia de lluvias, días con neblinas y con una temperatura mínima de hasta 2 °C y una máxima de 10 a 18 °C. La precipitación oscila entre 800 a 1200 mm anuales, la clasificación ecológica según la clasificación de Holdridge, el territorio se encuentra en la zona de vida bosque húmedo Montano (bh– M).

3.2. Material de siembra

Como material de siembra se utilizaron semillas de cereales, gramíneas, frutales, leguminosas, cultivos asociados, cultivos no tradicionales, tubérculos, pastos, cultivos tradicionales, tal como se detalla a continuación:

Cuadro 1. Material de siembra utilizado, en la determinación de los sistemas de riego a implementarse en la granja agroecológica de la Universidad Técnica de Babahoyo,

Programa El Ángel, cantón Espejo, provincia del Carchi. UTB, FACIAG. 2015

Material	Nombre del cultivo
Cereal	Avena
Gramínea	Maíz
Frutales	Tomate de árbol

Leguminosas	Frejol
Cultivos asociados	Maíz y frejol
Cultivos no tradicionales	Aguacate
Tubérculo	Papas
Pastos	Pasto azul
Cultivos tradicionales	Arveja

3.3. Factores estudiados

Variable dependiente: Lamina óptima para los diferentes cultivos

Variable independiente: Frecuencia de riego de acuerdo al tipo de suelo

3.4. Métodos

En la presente investigación se aplicaron los métodos inductivo – deductivo, deductivo – inductivo, análisis y síntesis.

3.5. Análisis estadístico

Se analizaron los resultados en función de la diferencia entre un tipo de aspersor y un tipo de lateral de goteo, según lo que se detalla en el siguiente cuadro.

Cuadro 2. Sistemas de riego utilizados, en la determinación de los sistemas de riego a implementarse en la granja agroecológica de la Universidad Técnica de Babahoyo,

Programa El Ángel, cantón Espejo, provincia del Carchi. UTB, FACIAG. 2015

(Tipo de aspersor y goteo)	
T1	Hidra 1 ½ ”
T2	Hidrogool 16mm

La diferencia de los promedios se realizó mediante la prueba de Chi-cuadrado (X^2) y el cálculo del coeficiente de variación se efectuó en función de las medidas de dispersión (varianza, desviación estándar y desviación típica de medias), mediante las formulas siguientes:

$$\begin{aligned} \text{Promedio} &= \bar{X} = \frac{\sum Xi}{N} \\ \text{Varianza} &= \sigma^2 = \frac{\sum(x - \mu)^2}{N} \\ \text{Desviación Estándar} &= \sigma = \sqrt{\sigma^2} \\ &\sigma\mu = \frac{\sigma}{\sqrt{N}} \\ &CV = \frac{\sigma}{\mu} \times 100 \\ \text{Desviación Típica de Medias} &= \\ \text{Coeficiente de Variación} &= \end{aligned}$$

3.5.1. Características del lote experimental

- Área total de la unidad experimental: 3,38 has
- Área útil de la unidad experimental: 3,32 has

3.6. Manejo del ensayo

Se realizaron todas las medidas correspondientes y el levantamiento planimétrico para el desarrollo de cada cultivo, tales como:

3.6.1. Toma de datos meteorológicos

Para la presente investigación se utilizó información de pluviosidad desde 15 años, temperatura, humedad relativa y velocidad del viento desde 1 año de la zona del Ángel.

3.6.2. Análisis de suelo

Previo al establecimiento de la parcela de pastos, se realizó el análisis físico y químico del suelo; los resultados determinaron la textura del suelo como franco arcilloso ya que contiene 16 % arena, 12 % limo y 72 % arcilla; pH de 6,90, ligeramente ácido, 3,42 % de materia orgánica suficiente, los macro elementos disponibles: NH = 52,90 ppm, medio, P = 5,10 ppm, bajo, K = 0,08 meq/100 ml, bajo.

La velocidad de infiltración para textura franco arcilloso es de 0,8 cm/hora, la capacidad de campo es de 27 % y el punto de marchitez permanente es de 13 %.

3.6.3. Materiales de campo Instrumentos

de medición:

- Gps
- Aforadores de caudal
- Equipo topográfico
- Cinta

Accesorios de campo:

- Machete
- Azadón
- Hoyadora
- Piola
- Libreta de campo
- Lápiz
- Borrador

Equipos de laboratorio

- Cámara fotográfica
- Computadora
- Escritorio
- Marcadores
- Juego geométrico
- Compas
- Hojas
- Guías técnicas de riego
- Catálogos de riego,

3.6.4. Diseño del reservorio

Se lo realizó de acuerdo al caudal otorgado por la comunidad que es de 20 L/segundo, con duración de 20 h cada 5 días, equivalente a 72 m³/hora, por las 20 horas es igual 1440 m³ que fueron repartidos para 3,38 ha para la granja agroecológica, el reservorio contó con las siguientes medidas: largo 40 m, ancho 20 m y profundidad 2 m; siendo en total 1600 m³, el

excedente del reservorio sirvió como reserva, ya que de acuerdo a las condiciones climáticas existieron épocas que no se necesitó riego.

3.6.5. Diseño de caseta de bombeo

Para esto se empleó como material primario ladrillo, cemento y material pétreo, las dimensiones de la caseta de bombeo fueron de acuerdo a la necesidad de las instalaciones del bombeo la cual también contó con instalación eléctrica, una puerta, dos ventanas y un techo en galbalumen de 40 mm.

3.6.6. Diseño conducción de agua desde la toma

Se lo realizó de acuerdo al cálculo y a la necesidad del caudal requerido y por ser implementado para la conducción se utilizó tubería de pvc de 110 mm además de codos T de pvc para las conexiones. El uso de pega y limpiador como accesorios de conexión además de la implementación de un by pass que estuvo compuesto de dos válvulas de bola de pvc en cada uno de sus extremos.

3.6.7. Diseño succión y descarga

Se efectuó con manguera corrugada de 4 pulgadas provista en un extremo con una válvula de pie y su adaptador, el otro extremo estuvo provisto de su adaptador y sus acople rápido en la dimensión ya nombrada y dar paso a la bomba barness que fue la que proporcionó el caudal y la presión necesaria.

3.6.8. Diseño filtrado con retrolavado

El filtrado estuvo compuesto por dos filtros de grava donde va a retener la mayor cantidad de arena y sedimentos del agua para luego dar paso a un cabezal formado por dos filtros de anillos de dos pulgadas los cuales estuvieron acoplados entre sí para lograr el retro lavado con la misma energía de la bomba.

3.6.9. Diseño ventury fertihirrigador

Es un accesorio que permitió enviar el fertilizante combinándose en el agua, el ventury fue de 2 pulgadas su procedencia Israelita, el mismo que contó con dos válvulas en cada extremo para regulación de flujo del fertilizante.

3.6.10. Comparación de la aspersión y el goteo

Para la comparación de los sistemas de riego por aspersión y goteo se utilizó un aspersor hidra de 1 ½ con un alcance de 50 m de diámetro y 10 m³/h de caudal y la lateral de goteo hidrogool con un espacio entre emisor de 0,20 cm y un caudal de 1,6 L/h por emisor

3.6.11. Vivero

Se contó con un invernadero metálico para la germinación de diferentes semillas con el fin de complementar la granja.

3.6.12. Adicional árboles, lindero y caminos

Se sembró árboles con el propósito de delimitación o linderos para definir las parcelas con los diferentes cultivos y alrededor de la granja.

3.6.13. Equipamiento de aula de capacitación

Se implementó de acuerdo a las necesidades técnicas para proveer de información clara y concisa a los agricultores, con los accesorios y guías técnicas explicando el funcionamiento de la granja.

3.6.14. Características del aspersor.

Es de largo alcance, de contextura de aluminio con base acero inoxidable, este aspersor trabaja desde 3 atm en adelante dependiendo la presión de manejo el aspersor dando un alcance promedio entre 20 y 25 m de radio o entre 40 y 50 m de diámetro, tiene uniformidad de riego, y sus caudales dependen de la presión con un promedio entre 10 a 12 m³/hora.

3.6.15. Características del goteo.

Hydrogol es un lateral con gotero integrado de régimen turbulento, el diámetro de 16 mm, espesor de pared 35 mm, caudal de 1,6 L/h y espaciamiento entre emisores de 0,20 cm. El emisor Hydrogol es un gotero cilíndrico diseñado con una gran sección de paso laberinto. Dicha estructura genera un flujo turbulento del agua que minimiza la acumulación de residuos que provocan la obturación, y que aseguran una alta resistencia a la obturación y larga vida útil a su funcionamiento.

3.7. Datos evaluados

Para estimar los efectos de los datos, se evaluaron los resultados siguientes:

3.7.1. Cálculo de evapotranspiración

Método de Blaney y Criddle

La implementación de este método para el cálculo de la evapotranspiración se consideró como el adecuado para el lugar.

La forma de cálculo se estableció partiendo de la fórmula general para cualquiera de los métodos, tales como:

$$ET = Eto \times Kc$$

Et: Evaporación (mm/día)

ETo: evapotranspiración de referencia (mm/día)

Kc: coeficiente de cultivo

3.7.2. Cálculo de velocidad infiltración

Para calcular la velocidad de infiltración se utilizó el método de los cilindros infiltrómetros o cuadros que relacionan la velocidad de infiltración con la textura.

3.7.3. Cálculo de lámina de riego

Para el cálculo de la lámina se determinó lo siguiente:

- Lámina neta: estuvo relacionada con la cantidad de agua que se entregó al cultivo.
- Lámina total: consistió en verificar el agua para distribuir en el sistema de riego.

IV. RESULTADOS

4.1. Cálculo de evapotranspiración

En el Cuadro 3, se registran los valores de evapotranspiración por cultivo, donde se pudo determinar que el cultivo de papa obtuvo mayor evapotranspiración con 13 mm/día, a diferencia del cultivo de fréjol que presentó 8,41 mm/día.

Cuadro 3. Cálculos de evapotranspiración en varios cultivos, en la determinación de los sistemas de riego a implementarse en la granja agroecológica de la Universidad Técnica de Babahoyo, Programa El Ángel, cantón Espejo, provincia del Carchi. UTB, FACIAG. 2015

Cultivo	ET (Evapotranspiración)
Avena	12,7 mm/días
Frejol	8,41 mm/días
Maíz	16,32 mm/días
Tomate	9,43 mm/días
Maíz, Frejol	12 mm/días
Cebolla Blanca	8,60 mm/días
Papas	13 mm/días
Trigo	11,5 mm/días
Arveja	9,60 mm/días

4.2. Cálculo de velocidad de infiltración

De acuerdo a la velocidad de infiltración, presentada en el Cuadro 4, el mayor promedio de frecuencia de riego se detectó con la siembra de cultivos de fréjol, cebolla blanca y trigo con 6 días y los cultivos de maíz y tomate consiguieron 4 días.

Cuadro 4. Cálculo de frecuencia de riego, en la determinación de los sistemas de riego a implementarse en la granja agroecológica de la Universidad Técnica de Babahoyo, Programa El Ángel, cantón Espejo, provincia del Carchi. UTB, FACIAG. 2015

Cultivo	Frecuencia de riego
Avena	5 días
Fréjol	6 días
Maíz	4 días
Tomate	4 días
Maíz, Frejol	5 días
Cebolla Blanca	6 días
Papas	5 días
Trigo	6 días
Arveja	5 días

4.2.1. Cultivo de avena

En el cultivo de avena, el tiempo de riego por goteo mostró 12 días, con un coeficiente de variación de 14,3 %.

Según la prueba de Chi cuadrado, como el valor tabular es mayor que las frecuencias esperadas, se determinó que no existieron diferencias significativas para tiempos de riego en el cultivo de avena (Cuadro 6).

Cuadro 5. Tiempo de riego para el cultivo de avena, en la determinación de los sistemas de riego a implementarse en la granja agroecológica de la Universidad Técnica de Babahoyo, Programa El Ángel, cantón Espejo, provincia del Carchi. UTB, FACIAG. 2015

Cultivo de avena	Total día
Tiempo de riego por aspersión	9
Tiempo de riego por goteo	12

Cuadro 6. Prueba de Chi cuadrado de tiempo de riego para el cultivo de avena, en la determinación de los sistemas de riego a implementarse en la granja agroecológica de la Universidad Técnica de Babahoyo, Programa El Ángel, cantón Espejo, provincia del Carchi. UTB, FACIAG. 2015

Cultivo de avena	X ²
Tiempo de riego por aspersión	0,2
Tiempo de riego por goteo	0,2
Total	0,4 ^{ns}

X² tabular = 3,84

Cuadro 7. Coeficiente de variación de tiempo de riego para el cultivo de avena, en la determinación de los sistemas de riego a implementarse en la granja agroecológica de la Universidad Técnica de Babahoyo, Programa El Ángel, cantón Espejo, provincia del Carchi. UTB, FACIAG. 2015

Cultivo de avena	(Xi - \bar{x}) ²
Tiempo de riego por aspersión	2,3
Tiempo de riego por goteo	2,3
Total	4,5
Varianza	2,3
Desviación Estándar	1,5
Desviación Típica de medias	1,1
Coeficiente de variación (%)	14,3

4.2.2. Cultivo de fréjol

El cultivo de fréjol detectó 7 días en el tiempo de riego por goteo, mientras que el tiempo de riego por aspersión fue de 5 días, con un coeficiente de variación de 16,7 %.

Efectuando la prueba de Chi cuadrado se observó que el resultado fue menor que el valor tabular, presentándose como no significativo, según lo reflejado en el Cuadro 9.

Cuadro 8. Tiempo de riego para el cultivo de fréjol, en la determinación de los sistemas de riego a implementarse en la granja agroecológica de la Universidad Técnica de Babahoyo, Programa El Ángel, cantón Espejo, provincia del Carchi. UTB, FACIAG. 2015

Cultivo de fréjol	Total día
Tiempo de riego por aspersión	5
Tiempo de riego por goteo	7

Cuadro 9. Prueba de Chi cuadrado de tiempo de riego para el cultivo de fréjol, en la determinación de los sistemas de riego a implementarse en la granja agroecológica de la Universidad Técnica de Babahoyo, Programa El Ángel, cantón Espejo, provincia del Carchi. UTB, FACIAG. 2015

Cultivo de fréjol	χ^2
Tiempo de riego por aspersión	0,2
Tiempo de riego por goteo	0,2
Total	0,3 ^{ns}

$$\chi^2 \text{ tabular} = 3,84$$

Cuadro 10. Coeficiente de variación de tiempo de riego para el cultivo de fréjol, en la determinación de los sistemas de riego a implementarse en la granja agroecológica de la Universidad Técnica de Babahoyo, Programa El Ángel, cantón Espejo, provincia del Carchi. UTB, FACIAG. 2015

Cultivo de fréjol	$(Xi - \bar{x})^2$
Tiempo de riego por aspersión	1,0
Tiempo de riego por goteo	1,0
Total	2,0
Varianza	1,0
Desviación Estándar	1,0
Desviación Típica de medias	0,7
Coeficiente de variación (%)	16,7

4.2.3. Cultivo de maíz

El tiempo de riego por aspersión mostró 9 días en el cultivo de maíz y se consiguió 8 días en el tiempo de riego por goteo, con un coeficiente de variación de 5,9 %

La prueba de Chi cuadrado no detectó diferencias significativas, según las frecuencias esperadas (Cuadro 12).

Cuadro 11. Tiempo de riego para el cultivo de maíz, en la determinación de los sistemas de riego a implementarse en la granja agroecológica de la Universidad Técnica de Babahoyo,

Programa El Ángel, cantón Espejo, provincia del Carchi. UTB, FACIAG. 2015

Cultivo de maíz	Total día
Tiempo de riego por aspersión	9
Tiempo de riego por goteo	8

Cuadro 12. Prueba de Chi cuadrado de tiempo de riego para el cultivo de maíz, en la determinación de los sistemas de riego a implementarse en la granja agroecológica de la Universidad Técnica de Babahoyo, Programa El Ángel, cantón Espejo, provincia del

Carchi. UTB, FACIAG. 2015

Cultivo de maíz	X ²
Tiempo de riego por aspersión	0,0
Tiempo de riego por goteo	0,0
Total	0,1 ^{ns}

X² tabular = 3,84

Cuadro 13. Coeficiente de variación de tiempo de riego para el cultivo de maíz, en la determinación de los sistemas de riego a implementarse en la granja agroecológica de la Universidad Técnica de Babahoyo, Programa El Ángel, cantón Espejo, provincia del Carchi. UTB, FACIAG. 2015

Cultivo de maíz	(Xi - \bar{x}) ²
Tiempo de riego por aspersión	0,3
Tiempo de riego por goteo	0,3
Total	0,5
Varianza	0,3

Desviación Estándar	0,5
Desviación Típica de medias	0,4
Coefficiente de variación (%)	5,9

4.2.4. Cultivo de tomate

En el cultivo de tomate, se observó el tiempo de riego por goteo de 7 días y el tiempo de riego por aspersión de 6 días, con un coeficiente de variación de 7,7 %.

Efectuando la prueba de Chi cuadrado, como el valor tabular es mayor que las frecuencias obtenidas no se detectó diferencias significativas, según los valores del Cuadro 15.

Cuadro 14. Tiempo de riego para el cultivo de tomate, en la determinación de los sistemas de riego a implementarse en la granja agroecológica de la Universidad Técnica de Babahoyo, Programa El Ángel, cantón Espejo, provincia del Carchi. UTB, FACIAG. 2015

Cultivo de tomate	Total día
Tiempo de riego por aspersión	6
Tiempo de riego por goteo	7

Cuadro 15. Prueba de Chi cuadrado de tiempo de riego para el cultivo de tomate, en la determinación de los sistemas de riego a implementarse en la granja agroecológica de la Universidad Técnica de Babahoyo, Programa El Ángel, cantón Espejo, provincia del Carchi. UTB, FACIAG. 2015

Cultivo de tomate	X ²
Tiempo de riego por aspersión	0,0
Tiempo de riego por goteo	0,0
Total	0,1 ^{ns}

X² tabular = 3,84

Cuadro

16. Coeficiente de variación de tiempo de riego para el cultivo de tomate, en la determinación de los sistemas de riego a implementarse en la granja agroecológica de la Universidad Técnica de Babahoyo, Programa El Ángel, cantón Espejo, provincia del Carchi. UTB, FACIAG. 2015

Cultivo de tomate	$(Xi - \bar{x})^2$
Tiempo de riego por aspersión	0,3
Tiempo de riego por goteo	0,3
Total	0,5
Varianza	0,3
Desviación Estándar	0,5
Desviación Típica de medias	0,4
Coeficiente de variación (%)	7,7

4.2.5. Cultivo de maíz, fréjol

Los valores de la siembra de maíz – fréjol indicaron el tiempo de riego por goteo de 8 días y tiempo de riego por aspersión de 7 días. El coeficiente de variación de 6,7 %.

En el Cuadro 18, se presentaron los valores de Chi cuadrado, donde el valor tabular es mayor que las frecuencias obtenidas, por tanto no se detectaron diferencias significativas.

Cuadro 17. Tiempo de riego para el cultivo de maíz, fréjol, en la determinación de los sistemas de riego a implementarse en la granja agroecológica de la Universidad Técnica de Babahoyo, Programa El Ángel, cantón Espejo, provincia del Carchi. UTB, FACIAG. 2015

Cultivo de maíz - fréjol	Total día
Tiempo de riego por aspersión	7
Tiempo de riego por goteo	8

Cuadro

18. Prueba de Chi cuadrado de tiempo de riego para el cultivo de maíz - fréjol, en la determinación de los sistemas de riego a implementarse en la granja agroecológica de la Universidad Técnica de Babahoyo, Programa El Ángel, cantón Espejo, provincia del Carchi. UTB, FACIAG. 2015

Cultivo de maíz - fréjol	X ²
Tiempo de riego por aspersión	0,0
Tiempo de riego por goteo	0,0
Total	0,1 ^{ns}

X² tabular = 3,84

Cuadro 19. Coeficiente de variación de tiempo de riego para el cultivo de maíz - fréjol, en la determinación de los sistemas de riego a implementarse en la granja agroecológica de la Universidad Técnica de Babahoyo, Programa El Ángel, cantón Espejo, provincia del Carchi. UTB, FACIAG. 2015

Cultivo de maíz - fréjol	(Xi - \bar{x}) ²
Tiempo de riego por aspersión	0,3
Tiempo de riego por goteo	0,3
Total	0,5
Varianza	0,3
Desviación Estándar	0,5
Desviación Típica de medias	0,4
Coeficiente de variación (%)	6,7

4.2.6. Cultivo de cebolla blanca

En el cultivo de cebolla blanca, el tiempo de riego por goteo alcanzó 8 días y el riego por aspersión de 6 días, con un coeficiente de variación de 14,3 %.

La prueba de Chi cuadrado, demostró que no existieron diferencias significativas para las evaluaciones efectuadas (Cuadro 21).

Cuadro

20. Tiempo de riego para el cultivo de cebolla blanca, en la determinación de los sistemas de riego a implementarse en la granja agroecológica de la Universidad Técnica de Babahoyo, Programa El Ángel, cantón Espejo, provincia del Carchi. UTB, FACIAG. 2015

Cultivo de cebolla blanca	Total día
Tiempo de riego por aspersión	6
Tiempo de riego por goteo	8

Cuadro 21. Prueba de Chi cuadrado de tiempo de riego para el cultivo de cebolla blanca, en la determinación de los sistemas de riego a implementarse en la granja agroecológica de la Universidad Técnica de Babahoyo, Programa El Ángel, cantón Espejo, provincia del Carchi. UTB, FACIAG. 2015

Cultivo de cebolla blanca	X ²
Tiempo de riego por aspersión	0,1
Tiempo de riego por goteo	0,1
Total	0,3 ^{ns}

X² tabular = 3,84

Cuadro 22. Coeficiente de variación de tiempo de riego para el cultivo de cebolla blanca, en la determinación de los sistemas de riego a implementarse en la granja agroecológica de la Universidad Técnica de Babahoyo, Programa El Ángel, cantón Espejo, provincia del Carchi. UTB, FACIAG. 2015

Cultivo de cebolla blanca	(Xi - \bar{x}) ²
Tiempo de riego por aspersión	1,0
Tiempo de riego por goteo	1,0
Total	2,0
Varianza	1,0
Desviación Estándar	1,0

Cuadro

Desviación Típica de medias	0,7
Coefficiente de variación (%)	14,3

4.2.7. Cultivo de papa

El cultivo se papa mostró el tiempo de riego por goteo de 12 días, mientras que el tiempo de riego por aspersión de 9 días, con un coeficiente de variación de 14,3 %.

La prueba de Chi cuadrado indicó que el resultado fue menor que el valor tabular, representándose como no significativo, según lo reflejado en el Cuadro 24.

Cuadro 23. Tiempo de riego para el cultivo de papa, en la determinación de los sistemas de riego a implementarse en la granja agroecológica de la Universidad Técnica de Babahoyo, Programa El Ángel, cantón Espejo, provincia del Carchi. UTB, FACIAG. 2015

Cultivo de papa	Total día
Tiempo de riego por aspersión	9
Tiempo de riego por goteo	12

Cuadro 24. Prueba de Chi cuadrado de tiempo de riego para el cultivo de papa, en la determinación de los sistemas de riego a implementarse en la granja agroecológica de la Universidad Técnica de Babahoyo, Programa El Ángel, cantón Espejo, provincia del Carchi. UTB, FACIAG. 2015

Cultivo de papa	X ²
Tiempo de riego por aspersión	0,2
Tiempo de riego por goteo	0,2
Total	0,4 ^{ns}

X² tabular = 3,84

Cuadro 25. Coeficiente de variación de tiempo de riego para el cultivo de papa, en la determinación de los sistemas de riego a implementarse en la granja agroecológica de la Universidad Técnica de Babahoyo, Programa El Ángel, cantón Espejo, provincia del Carchi. UTB, FACIAG. 2015

Cultivo de papa	(Xi - \bar{x}) ²
Tiempo de riego por aspersión	2,3
Tiempo de riego por goteo	2,3
Total	4,5
Varianza	2,3
Desviación Estándar	1,5
Desviación Típica de medias	1,1

Coefficiente de variación (%)	14,3
-------------------------------	------

4.2.8. Cultivo de trigo

En el cultivo de trigo, el sistema de riego por goteo obtuvo 11 días y el riego por aspersión 8 días, con un coeficiente de variación de 15,8 %.

De acuerdo la prueba de Chi cuadrado, como el valor tabular es mayor que las frecuencias esperadas, se determinó que no existieron diferencias significativas para tiempo de riego en el cultivo de trigo (Cuadro 27).

Cuadro 26. Tiempo de riego para el cultivo de trigo, en la determinación de los sistemas de riego a implementarse en la granja agroecológica de la Universidad Técnica de Babahoyo, Programa El Ángel, cantón Espejo, provincia del Carchi. UTB, FACIAG. 2015

Cultivo de trigo	Total día
Tiempo de riego por aspersión	8
Tiempo de riego por goteo	11

Cuadro 27. Prueba de Chi cuadrado de tiempo de riego para el cultivo de trigo, en la determinación de los sistemas de riego a implementarse en la granja agroecológica de la Universidad Técnica de Babahoyo, Programa El Ángel, cantón Espejo, provincia del Carchi. UTB, FACIAG. 2015

Cultivo de trigo	X ²
Tiempo de riego por aspersión	0,2
Tiempo de riego por goteo	0,2
Total	0,5 ^{ns}

X² tabular = 3,84

Cuadro 28. Coeficiente de variación de tiempo de riego para el cultivo de trigo, en la determinación de los sistemas de riego a implementarse en la granja agroecológica de la Universidad Técnica de Babahoyo, Programa El Ángel, cantón Espejo, provincia del Carchi. UTB, FACIAG. 2015

Cultivo de trigo	$(Xi - \bar{x})^2$
Tiempo de riego por aspersión	2,3
Tiempo de riego por goteo	2,3
Total	4,5
Varianza	2,3
Desviación Estándar	1,5
Desviación Típica de medias	1,1
Coeficiente de variación (%)	15,8

4.2.9. Cultivo de arveja

El tiempo de riego por goteo mostró 9 días para el cultivo de arveja y 6 días en el tiempo de riego por aspersión, con un coeficiente de variación de 20,0 %

La prueba de Chi cuadrado no reportó diferencias significativas, según las frecuencias esperadas (Cuadro 30).

Cuadro 29. Tiempo de riego para el cultivo de arveja, en la determinación de los sistemas de riego a implementarse en la granja agroecológica de la Universidad Técnica de Babahoyo, Programa El Ángel, cantón Espejo, provincia del Carchi. UTB, FACIAG. 2015

Cultivo de arveja	Total día
Tiempo de riego por aspersión	6
Tiempo de riego por goteo	9

Cuadro 30. Prueba de Chi cuadrado de tiempo de riego para el cultivo de arveja, en la determinación de los sistemas de riego a implementarse en la granja agroecológica de la Universidad Técnica de Babahoyo, Programa El Ángel, cantón Espejo, provincia del Carchi. UTB, FACIAG. 2015

Cultivo de arveja	χ^2
Tiempo de riego por aspersión	0,3
Tiempo de riego por goteo	0,3
Total	0,6 ^{ns}

χ^2 tabular = 3,84

Cuadro 31. Coeficiente de variación de tiempo de riego para el cultivo de arveja, en la determinación de los sistemas de riego a implementarse en la granja agroecológica de la Universidad Técnica de Babahoyo, Programa El Ángel, cantón Espejo, provincia del Carchi. UTB, FACIAG. 2015

Cultivo de arveja	$(Xi - \bar{x})^2$
Tiempo de riego por aspersión	2,3
Tiempo de riego por goteo	2,3
Total	4,5
Varianza	2,3
Desviación Estándar	1,5
Desviación Típica de medias	1,1
Coeficiente de variación (%)	20,0

4.3. Cálculo de lámina de riego

En lo referente a la lámina de riego neta, el mayor promedio se consiguió con el cultivo de trigo (65 L/m^2) y el menor promedio lo representó el cultivo de cebolla blanca ($52,5 \text{ L/m}^2$), lo que puede observarse en el Cuadro 32.

Cuadro 32. Cálculo de lámina de riego neta, en la determinación de los sistemas de riego a implementarse en la granja agroecológica de la Universidad Técnica de Babahoyo, Programa El Ángel, cantón Espejo, provincia del Carchi. UTB, FACIAG. 2015

Cultivo	Lamina Neta
Avena	64 L/m^2
Fréjol	53 L/m^2
Maíz	60 L/m^2
Tomate	62 L/m^2
Maíz, Frejol	$56,5 \text{ L/m}^2$
Cebolla Blanca	$52,5 \text{ L/m}^2$
Papas	63 L/m^2
Trigo	65 L/m^2
Arveja	64 L/m^2

4.3.1. Cultivo de avena

En el cultivo de avena, el sistema de riego por aspersión obtuvo 75 mm/día de lámina total, con un coeficiente de variación de $4,2 \%$.

Según la prueba de Chi cuadrado, como el valor tabular es mayor que las frecuencias esperadas, se determinó que no existieron diferencias significativas para lámina total en el cultivo de avena (Cuadro 34).

Cuadro 33. Lámina total para el cultivo de avena, en la determinación de los sistemas de riego a implementarse en la granja agroecológica de la Universidad Técnica de Babahoyo, Programa El Ángel, cantón Espejo, provincia del Carchi. UTB, FACIAG. 2015

Cultivo de avena	Total mm/día
Lámina total riego por aspersión	75
Lámina total riego por goteo	69

Cuadro 34. Prueba de Chi cuadrado de lámina total para el cultivo de avena, en la determinación de los sistemas de riego a implementarse en la granja agroecológica de la Universidad Técnica de Babahoyo, Programa El Ángel, cantón Espejo, provincia del Carchi. UTB, FACIAG. 2015

Cultivo de avena	X²
Lámina total riego por aspersión	0,1
Lámina total riego por goteo	0,1
Total	0,3 ^{ns}

X² tabular = 3,84

Cuadro 35. Coeficiente de variación de lámina total para el cultivo de avena, en la determinación de los sistemas de riego a implementarse en la granja agroecológica de la Universidad Técnica de Babahoyo, Programa El Ángel, cantón Espejo, provincia del Carchi. UTB, FACIAG. 2015

Cultivo de avena	(Xi - \bar{x})²
Lámina total riego por aspersión	9,0
Lámina total riego por goteo	9,0
Total	18,0
Varianza	9,0
Desviación Estándar	3,0
Desviación Típica de medias	2,1
Coeficiente de variación (%)	4,2

4.3.2. Cultivo de fréjol

El cultivo de fréjol detectó 58 mm/día en la lámina de riego por goteo, mientras que la lámina de riego por aspersión fue de 45 mm/día, con un coeficiente de variación de 12,6 %.

Efectuando la prueba de Chi cuadrado se registró que el resultado fue menor que el valor tabular, representándose como no significativo, según lo reflejado en el Cuadro 37.

Cuadro 36. Lámina total para el cultivo de fréjol, en la determinación de los sistemas de riego a implementarse en la granja agroecológica de la Universidad Técnica de Babahoyo,

Programa El Ángel, cantón Espejo, provincia del Carchi. UTB, FACIAG. 2015

Cultivo de fréjol	Total mm/día
Lámina total riego por aspersión	45
Lámina total riego por goteo	58

Cuadro 37. Prueba de Chi cuadrado de lámina total para el cultivo de fréjol, en la determinación de los sistemas de riego a implementarse en la granja agroecológica de la Universidad Técnica de Babahoyo, Programa El Ángel, cantón Espejo, provincia del Carchi. UTB, FACIAG. 2015

Cultivo de fréjol	X ²
Lámina total riego por aspersión	0,8
Lámina total riego por goteo	0,8
Total	1,6 ^{ns}

X² tabular = 3,84

Cuadro 38. Coeficiente de variación de lámina total para el cultivo de fréjol, en la determinación de los sistemas de riego a implementarse en la granja agroecológica de la Universidad Técnica de Babahoyo, Programa El Ángel, cantón Espejo, provincia del Carchi. UTB, FACIAG. 2015

Cultivo de fréjol	(Xi - \bar{x}) ²
Lámina total riego por aspersión	42,3
Lámina total riego por goteo	42,3

Total	84,5
Varianza	42,3
Desviación Estándar	6,5
Desviación Típica de medias	4,6
Coefficiente de variación (%)	12,6

4.3.3. Cultivo de maíz

La lámina de riego por aspersión mostró 71 mm/día para el cultivo de maíz y se generó 65 mm/día en la lámina de riego por goteo, con un coeficiente de variación de 4,4 %

La prueba de Chi cuadrado no reportó diferencias significativas, según las frecuencias esperadas (Cuadro 40).

Cuadro 39. Lámina total para el cultivo de maíz, en la determinación de los sistemas de riego a implementarse en la granja agroecológica de la Universidad Técnica de Babahoyo, Programa El Ángel, cantón Espejo, provincia del Carchi. UTB, FACIAG. 2015

Cultivo de maíz	Total mm/día
Lámina total riego por aspersión	71
Lámina total riego por goteo	65

Cuadro 40. Prueba de Chi cuadrado de lámina total para el cultivo de maíz, en la determinación de los sistemas de riego a implementarse en la granja agroecológica de la Universidad Técnica de Babahoyo, Programa El Ángel, cantón Espejo, provincia del Carchi. UTB, FACIAG. 2015

Cultivo de maíz	X ²
-----------------	----------------

Lámina total riego por aspersión	0,1
Lámina total riego por goteo	0,1
Total	0,3 ^{ns}

X^2 tabular = 3,84

Cuadro 41. Coeficiente de variación de lámina total para el cultivo de maíz, en la determinación de los sistemas de riego a implementarse en la granja agroecológica de la Universidad Técnica de Babahoyo, Programa El Ángel, cantón Espejo, provincia del Carchi. UTB, FACIAG. 2015

Cultivo de maíz	$(Xi - \bar{x})^2$
Lámina total riego por aspersión	9,0
Lámina total riego por goteo	9,0
Total	18,0
Varianza	9,0
Desviación Estándar	3,0
Desviación Típica de medias	2,1
Coeficiente de variación (%)	4,4

4.3.4. Cultivo de tomate

Para el cultivo de tomate, se registró una lámina total riego por aspersión de 72 mm/día y la lámina total riego por goteo fue de 67 mm/día, con un coeficiente de variación de 3,6 %.

Efectuando la prueba de Chi cuadrado, como el valor tabular es mayor que las frecuencias obtenidas no se detectó diferencias significativas, según los registros del Cuadro 43.

Cuadro 42. Lámina total para el cultivo de tomate, en la determinación de los sistemas de riego a implementarse en la granja agroecológica de la Universidad Técnica de Babahoyo, Programa El Ángel, cantón Espejo, provincia del Carchi. UTB, FACIAG. 2015

Cultivo de tomate	Total mm/día
Lámina total riego por aspersión	72
Lámina total riego por goteo	67

Cuadro 43. Prueba de Chi cuadrado de lámina total para el cultivo de tomate, en la determinación de los sistemas de riego a implementarse en la granja agroecológica de la Universidad Técnica de Babahoyo, Programa El Ángel, cantón Espejo, provincia del Carchi. UTB, FACIAG. 2015

Cultivo de tomate	X²
Lámina total riego por aspersión	0,1
Lámina total riego por goteo	0,1
Total	0,2 ^{ns}

X² tabular = 3,84

Cuadro 44. Coeficiente de variación de lámina total para el cultivo de tomate, en la determinación de los sistemas de riego a implementarse en la granja agroecológica de la Universidad Técnica de Babahoyo, Programa El Ángel, cantón Espejo, provincia del Carchi. UTB, FACIAG. 2015

Cultivo de tomate	(Xi - \bar{x})²
Lámina total riego por aspersión	6,3
Lámina total riego por goteo	6,3
Total	12,5

Varianza	6,3
Desviación Estándar	2,5
Desviación Típica de medias	1,8
Coefficiente de variación (%)	3,6

4.3.5. Cultivo de maíz, fréjol

Los resultados de la siembra de maíz – fréjol determinaron 61,5 mm/día de lámina total riego por goteo y 58 mm/día de lámina total riego por aspersion, con un coeficiente de variación de 2,9 %.

En el Cuadro 46, se observan los valores de Chi cuadrado, donde se determinó que como el valor tabular es mayor que las frecuencias obtenidas no se detectaron diferencias significativas.

45. Lámina total para el cultivo de maíz, fréjol, en la determinación de los sistemas de riego a implementarse en la granja agroecológica de la Universidad Técnica de Babahoyo, Programa El Ángel, cantón Espejo, provincia del Carchi. UTB, FACIAG. 2015

Cultivo de maíz - fréjol	Total mm/día
Lámina total riego por aspersión	58
Lámina total riego por goteo	61,5

Cuadro 46. Prueba de Chi cuadrado de lámina total para el cultivo de maíz - fréjol, en la determinación de los sistemas de riego a implementarse en la granja agroecológica de la Universidad Técnica de Babahoyo, Programa El Ángel, cantón Espejo, provincia del Carchi. UTB, FACIAG. 2015

Cultivo de maíz - fréjol	X²
Lámina total riego por aspersión	0,1
Lámina total riego por goteo	0,1
Total	0,1 ^{ns}

X² tabular = 3,84

Cuadro 47. Coeficiente de variación de lámina total para el cultivo de maíz - fréjol, en la determinación de los sistemas de riego a implementarse en la granja agroecológica de la Universidad Técnica de Babahoyo, Programa El Ángel, cantón Espejo, provincia del Carchi. UTB, FACIAG. 2015

Cultivo de maíz - fréjol	(Xi - \bar{x})²
Lámina total riego por aspersión	3,1
Lámina total riego por goteo	3,1
Total	6,1
Varianza	3,1
Desviación Estándar	1,8
Desviación Típica de medias	1,2
Coeficiente de variación (%)	2,9

Cuadro

4.3.6. Cultivo de cebolla blanca

En el cultivo de cebolla blanca, se observó que la lámina total riego por goteo alcanzó 59 mm/día y la lámina total riego por aspersión 48 mm/día, con un coeficiente de variación de 10,3 %.

La prueba de Chi cuadrado, reflejada en el Cuadro 49, se determinó que no existieron diferencias significativas para las evaluaciones efectuadas.

Cuadro 48. Lámina total para el cultivo de cebolla blanca, en la determinación de los sistemas de riego a implementarse en la granja agroecológica de la Universidad Técnica de

Babahoyo, Programa El Ángel, cantón Espejo, provincia del Carchi. UTB, FACIAG. 2015

Cultivo de cebolla blanca	Total mm/día
Lámina total riego por aspersión	48
Lámina total riego por goteo	59

Cuadro 49. Prueba de Chi cuadrado de lámina total para el cultivo de cebolla blanca, en la determinación de los sistemas de riego a implementarse en la granja agroecológica de la Universidad Técnica de Babahoyo, Programa El Ángel, cantón Espejo, provincia del

Carchi. UTB, FACIAG. 2015

Cultivo de cebolla blanca	X²
Lámina total riego por aspersión	0,6
Lámina total riego por goteo	0,6
Total	1,1 ^{ns}

X² tabular = 3,84

50. Coeficiente de variación de lámina total para el cultivo de cebolla blanca, en la determinación de los sistemas de riego a implementarse en la granja agroecológica de la Universidad Técnica de Babahoyo, Programa El Ángel, cantón Espejo, provincia del Carchi. UTB, FACIAG. 2015

Cultivo de cebolla blanca	$(Xi - \bar{x})^2$
Lámina total riego por aspersión	30,3
Lámina total riego por goteo	30,3
Total	60,5
Varianza	30,3
Desviación Estándar	5,5
Desviación Típica de medias	3,9
Coeficiente de variación (%)	10,3

4.3.7. Cultivo de papa

El cultivo de papa mostró 78 mm/día en la lámina de riego por aspersión, mientras que la lámina de riego por goteo fue de 69 mm/día, con un coeficiente de variación de 6,8 %.

Efectuando la prueba de Chi cuadrado se registró que el resultado fue menor que el valor tabular, representándose como no significativo, según lo reflejado en el Cuadro 52.

Cuadro 51. Lámina total para el cultivo de papa, en la determinación de los sistemas de riego a implementarse en la granja agroecológica de la Universidad Técnica de Babahoyo, Programa El Ángel, cantón Espejo, provincia del Carchi. UTB, FACIAG. 2015

Cultivo de papa	Total mm/día
Lámina total riego por aspersión	78
Lámina total riego por goteo	69

Cuadro

Cuadro

52. Prueba de Chi cuadrado de lámina total para el cultivo de papa, en la determinación de los sistemas de riego a implementarse en la granja agroecológica de la Universidad Técnica de Babahoyo, Programa El Ángel, cantón Espejo, provincia del Carchi. UTB, FACIAG. 2015

Cultivo de papa	X ²
Lámina total riego por aspersión	0,3
Lámina total riego por goteo	0,3
Total	0,7 ^{ns}

X² tabular = 3,84

Cuadro 53. Coeficiente de variación de lámina total para el cultivo de papa, en la determinación de los sistemas de riego a implementarse en la granja agroecológica de la Universidad Técnica de Babahoyo, Programa El Ángel, cantón Espejo, provincia del Carchi. UTB, FACIAG. 2015

Cultivo de papa	(Xi - \bar{x}) ²
Lámina total riego por aspersión	25,0
Lámina total riego por goteo	25,0
Total	50,0
Varianza	25,0
Desviación Estándar	5,0
Desviación Típica de medias	3,5
Coeficiente de variación (%)	6,8

4.3.8. Cultivo de trigo

En el cultivo de trigo, el sistema de riego por aspersión obtuvo 74 mm/día de lámina total, con un coeficiente de variación de 5,0 %.

Según la prueba de Chi cuadrado, como el valor tabular es mayor que las frecuencias esperadas, se determinó que no existieron diferencias significativas para lámina total en el cultivo de trigo (Cuadro 55).

Cuadro

54. Lámina total para el cultivo de trigo, en la determinación de los sistemas de riego a implementarse en la granja agroecológica de la Universidad Técnica de Babahoyo,

Programa El Ángel, cantón Espejo, provincia del Carchi. UTB, FACIAG. 2015

Cultivo de trigo	Total mm/día
Lámina total riego por aspersión	74
Lámina total riego por goteo	67

Cuadro 55. Prueba de Chi cuadrado de lámina total para el cultivo de trigo, en la determinación de los sistemas de riego a implementarse en la granja agroecológica de la Universidad Técnica de Babahoyo, Programa El Ángel, cantón Espejo, provincia del

Carchi. UTB, FACIAG. 2015

Cultivo de trigo	X²
Lámina total riego por aspersión	0,2
Lámina total riego por goteo	0,2
Total	0,3 ^{ns}

$$X^2 \text{ tabular} = 3,84$$

Cuadro 56. Coeficiente de variación de lámina total para el cultivo de trigo, en la determinación de los sistemas de riego a implementarse en la granja agroecológica de la Universidad Técnica de Babahoyo, Programa El Ángel, cantón Espejo, provincia del

Carchi. UTB, FACIAG. 2015

Cultivo de trigo	(Xi - \bar{x})²
Lámina total riego por aspersión	12,3
Lámina total riego por goteo	12,3
Total	24,5
Varianza	12,3
Desviación Estándar	3,5

Desviación Típica de medias	2,5
Coefficiente de variación (%)	5,0

4.3.9. Cultivo de arveja

La lámina de riego por aspersión mostró 71 mm/día para el cultivo de arveja y se generó 65 mm/día en la lámina de riego por goteo, con un coeficiente de variación de 4,4 %

La prueba de Chi cuadrado no reportó diferencias significativas, según las frecuencias esperadas (Cuadro 58).

Cuadro 57. Lámina total para el cultivo de arveja, en la determinación de los sistemas de riego a implementarse en la granja agroecológica de la Universidad Técnica de Babahoyo, Programa El Ángel, cantón Espejo, provincia del Carchi. UTB, FACIAG. 2015

Cultivo de arveja	Total mm/día
Lámina total riego por aspersión	71
Lámina total riego por goteo	65

Cuadro 58. Prueba de Chi cuadrado de lámina total para el cultivo de arveja, en la determinación de los sistemas de riego a implementarse en la granja agroecológica de la Universidad Técnica de Babahoyo, Programa El Ángel, cantón Espejo, provincia del Carchi. UTB, FACIAG. 2015

Cultivo de arveja	X ²
Lámina total riego por aspersión	0,1
Lámina total riego por goteo	0,1
Total	0,3 ^{ns}

X² tabular = 3,84

Cuadro

Cuadro 59. Coeficiente de variación de lámina total para el cultivo de arveja, en la determinación de los sistemas de riego a implementarse en la granja agroecológica de la Universidad Técnica de Babahoyo, Programa El Ángel, cantón Espejo, provincia del Carchi. UTB, FACIAG. 2015

Cultivo de arveja	$(Xi - \bar{x})^2$
Lámina total riego por aspersión	9,0
Lámina total riego por goteo	9,0
Total	18,0
Varianza	9,0
Desviación Estándar	3,0
Desviación Típica de medias	2,1
Coeficiente de variación (%)	4,4

V. DISCUSION

En el desarrollo de la investigación, los sistemas de riego por aspersión y goteo son de vital importancia en los últimos tiempos para suplir deficiencias hídricas durante el desarrollo de los cultivos, ya que T. P. Agro (s.f.) menciona que el objetivo del riego tecnificado es facilitarle oportunamente a las plantas el agua necesaria en cada etapa de desarrollo fisiológico para cumplir sus necesidades metabólicas y optimizar el uso de sus insumos y energía. Pero este uso del agua también requiere de un programa que permita administrar el tiempo oportuno, la cantidad adecuada y la calidad de la aplicación

Los resultados obtenidos demostraron que en la siembra de varios cultivos, el riego por aspersión mejoró considerablemente los problemas de evapotranspiración, láminas de riego, frecuencias y tiempo de riegos ya que Cadena (2012), indica que el diseño de sistemas de riego por aspersión se inicia considerando los datos de los elementos que permiten un margen de elección, tales como frecuencia y unidad de riego, caudal horario, pluviometría y elección de los aspersores.

El método de riego a implementarse en la zona de estudio fue el riego por aspersión, coincidiendo con García y Briones (1997), que el principio de operación en los sistemas de riego por aspersión se basa en convertir la energía de presión en energía de velocidad a la salida de la boquilla de aspersión en forma de chorro. Un sistema de riego por aspersión consiste de una red de tuberías o tubos con aspersores acoplados a ellos arreglados de tal manera, que puedan distribuir la precipitación de agua de riego lo más uniformemente posible sobre el campo del cultivo. En la mayoría de los sistemas de riego por aspersión, la intensidad de precipitación es menor que la tasa de infiltración básica del suelo. De esta manera se logra que toda el agua que cae sobre la superficie del suelo se infiltre, evitando el exceso de encharcamiento que pudiera resultar en escurrimientos superficiales, los cuales traerían como consecuencia aplicaciones no uniformes del agua y serios problemas de erosión.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Según los resultados obtenidos se concluye:

- El sistema de riego para implementarse en la granja agroecológica de la Universidad Técnica de Babahoyo, Programa El Ángel, cantón Espejo, provincia del Carchi será el riego por aspersión, por los excelentes resultados demostrados en esta investigación.
- La mayor evapotranspiración se obtuvo con la siembra de cultivo de maíz.
- La mayor lámina neta la obtuvo en el cultivo de trigo.
- La mejor lámina de riego total se presentó utilizando el sistema de riego por aspersión.
- El sistema de riego por goteo alcanzó mayor tiempo de riego.

Por lo expuesto se recomienda:

- Utilizar el sistema de riego por aspersión, por presentar mayor lámina de agua indispensable para la producción de cultivos.
- Aplicar los sistemas de riego goteo y aspersión en un cultivo específico para obtener resultados de rendimiento.
- Analizar el sistema de riego por aspersión en otras condiciones agroecológicas.

VII. RESUMEN

La presente investigación se realizó en los predios del programa semipresencial de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Babahoyo, Sede el Ángel, cantón Espejo, provincia del Carchi. Las Coordenadas geográficas son de $77^{\circ} 56'00''$ de longitud occidental y $00^{\circ} 37'00''$ de latitud sur y abarca una altitud aproximada de 3004 m.s.n.m. El suelo franco arcilloso; el clima es frío a templado, con temperaturas medias que varían entre 13°C , pero extremos absolutos están entre 14°C , con lluvias irregulares. Se presentan dos épocas: la seca de junio a octubre, donde hay presencia de vientos fuertes, sol intenso durante el día y heladas por las noches, en algunos días existe la presencia de lloviznas acompañadas de una alta nubosidad; la época lluviosa va de noviembre a mayo, existe la presencia de lluvias, días con neblinas y con una temperatura mínima de hasta 2°C y una máxima de 10 a 18°C . La precipitación oscila entre 800 a 1200 mm anuales, la clasificación ecológica según la clasificación de Holdridge, el territorio se encuentra en la zona de vida bosque húmedo Montano (bh– M).

Como material de siembra se utilizaron semillas de avena, maíz, tomate de árbol, fréjol, maíz – fréjol, cebolla blanca, papa, trigo y arveja.

Para análisis estadístico, se evaluaron los resultados en función de la diferencia entre un tipo de aspersor (Hidra 1 ½”) y un tipo de lateral de goteo (Hidrogoal 16mm); la diferencia de los promedios se realizó mediante la prueba de Chi-cuadrado (X^2) y el cálculo del coeficiente de variación se efectuó en función de las medidas de dispersión (varianza, desviación estándar y desviación típica de medias).

Durante el desarrollo del ensayo, se realizaron todas las medidas correspondientes y el levantamiento planimétrico para el desarrollo de cada cultivo, tales como toma de datos meteorológicos, análisis de suelo, materiales de campo, diseño del reservorio, diseño de caseta de bombeo, diseño conducción de agua desde la toma, diseño succión y descarga, diseño filtrado con retrolavado, diseño ventury fertihirrigador, comparación de la aspersion y el goteo, vivero, adicional árboles, lindero y caminos, equipamiento de aula de capacitación, características del aspersor y características del goteo.

Para estimar los efectos de los datos, se evaluaron los resultados de cálculo de evapotranspiración, cálculo de velocidad infiltración y cálculo de lámina de riego.

Según los resultados obtenidos se concluyó que el sistema de riego para implementarse en la granja agroecológica de la Universidad Técnica de Babahoyo, Programa El Ángel, cantón Espejo, provincia del Carchi será el riego por aspersión, por los excelentes resultados demostrados en esta investigación; la mayor evapotranspiración se obtuvo con la siembra de cultivo de maíz; la mayor lámina neta la obtuvo en el cultivo de trigo; la mejor lámina de riego total se presentó utilizando el sistema de riego por aspersión y el sistema de riego por goteo alcanzó mayor tiempo de riego.

VIII. SUMMARY

This research was conducted at the premises of the blended program of Agricultural Engineering at the Technical University of Babahoyo, the Angel Headquarters Region Espejo, Carchi province. Geographical coordinates are 56°00' 770 west longitude and 000 37'00" south latitude and covers an altitude of 3004 m.s.n.m. The clay loam soil; the weather is cold to mild with average temperatures ranging from 13 0C, but absolute ends are between 14 0C, with irregular rainfall. two periods are as follows: the dry season from June to October, where there are strong winds, intense sun during the day and freezing at night, on some days there is the presence of showers accompanied by a cloud cover; the rainy season from November to May, there is the presence rainy days with fog and a temperature of up to 2 0C and a maximum of 10-18 0C. The precipitation ranges from 800 to 1200 mm annually, ecological classification according to the classification of Holdridge, the territory is in the humid forest zone Montano (BH M).

Beans, white onion, potato, wheat and peas - as planting material seed oats, corn, tree tomato, beans, corn were used.

For statistical analysis, the results were evaluated based on the difference between one type of sprinkler (Hydra 1 ½ ") and a type of dripline (Hidrogool 16mm); the difference in averages was performed by Chi-square (X²) and calculating the coefficient of variation was made based on the measures of dispersion (variance, standard deviation and standard error of mean).

During the course of the trial, all relevant measures and planimetric survey for the development of each culture, such as the meteorological data, soil analysis, field materials, reservoir design, design pumphouse were performed design driving water from the outlet, suction and discharge design, with backwash filter design, venturi fertihirrigador, comparing the spray and dripping, nursery, additional trees, boundary and roads, training room equipment, features and characteristics of the drip sprinkler .

To estimate the effects of data, calculation results of evapotranspiration, calculation speed and calculation of infiltration irrigation sheet were evaluated.

According to the results it was concluded that the irrigation system to be implemented in the agro-ecological farm at the Technical University of Babahoyo, Program Angel, Canton Espejo, Carchi province will be the sprinkler, for the excellent results shown in this study;

most evapotranspiration was obtained by planting maize; the largest net sheet was obtained in growing wheat; the best sheet total irrigation system is presented using sprinkler and drip irrigation system achieved greater run time.

IX. LITERATURA CITADA

- Agrohuerto. 2015. El riego por goteo. Disponible en <http://www.agrohuerto.com/riego-por-goteo-que-es/>

- Alvarez, M. 2003. Diseño de riegos y manejo de agua en el campo.
- Cadena, V. 2012. Hablemos de Riego. Ibarra: Creadores Graficos.
- EcuRed. 2014. Sistemas de riego. Disponible en
http://www.ecured.cu/index.php/Sistema_de_Riego
- Chaney, C. 2014 El riego presurizado. Disponible en
http://www.ehowenespanol.com/riego-presurizado-info_431087
- El universo. 2013. Importancia de riego en la agricultura. Disponible en importancia - riego - agricultura
- García, I. y Briones. G. 1997. Sistemas de riego por aspersión y goteo. Trillas,.
- Huanca, W. s.f. Riego por goteo y fertirrigación. Disponible en
<http://www.monografias.com/trabajos58/riego-goteo-fertirrigacion/riegogoteo-fertirrigacion.shtml>
- Smart. s.f. Los sistemas de riego por goteo. Disponible es
<http://www.smartfertilizer.com/es/articles/drip-irrigation>
- T.P. Agro. s.f. Sistemas de riego. Disponibles en
http://www.tpagro.com/espanol/suelos/sistemas_riego.htm. s.f.
- Tola, M. s.f. Diseño Agronómico e hidráulico de sistemas de riego presurizado, en tres fincas modelo para la producción de quinua orgánica. Disponible en
http://www.minagri.gob.ar/site/desarrollo_rural/producciones_regionales/01_origen_vegetal/07_quinua/_documentos/cientifica/tola_sumi_martin_ever_diseno_agronomico. s.f.

ANEXOS

Fotografías de la investigación



Fig. 1. Instalación de fertirrigación



Fig. 2. Instalación de bomba de riego

Fig 4. Instalacion del retrolavad





Fig. 3. Instalación de filtrado



Fig 6. Instalacion de goteo en invernadero

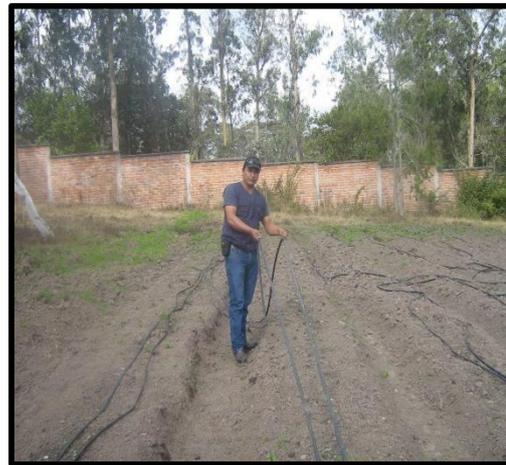


Fig 7. Instalacion de goteo a campo abierto



Fig 8. Instalacion de riego de nebulizacion



Fig 9. Instalacion de accesorios de riego



Fig 11. Instalación de aspersores

Fig 10. Compra de materiales

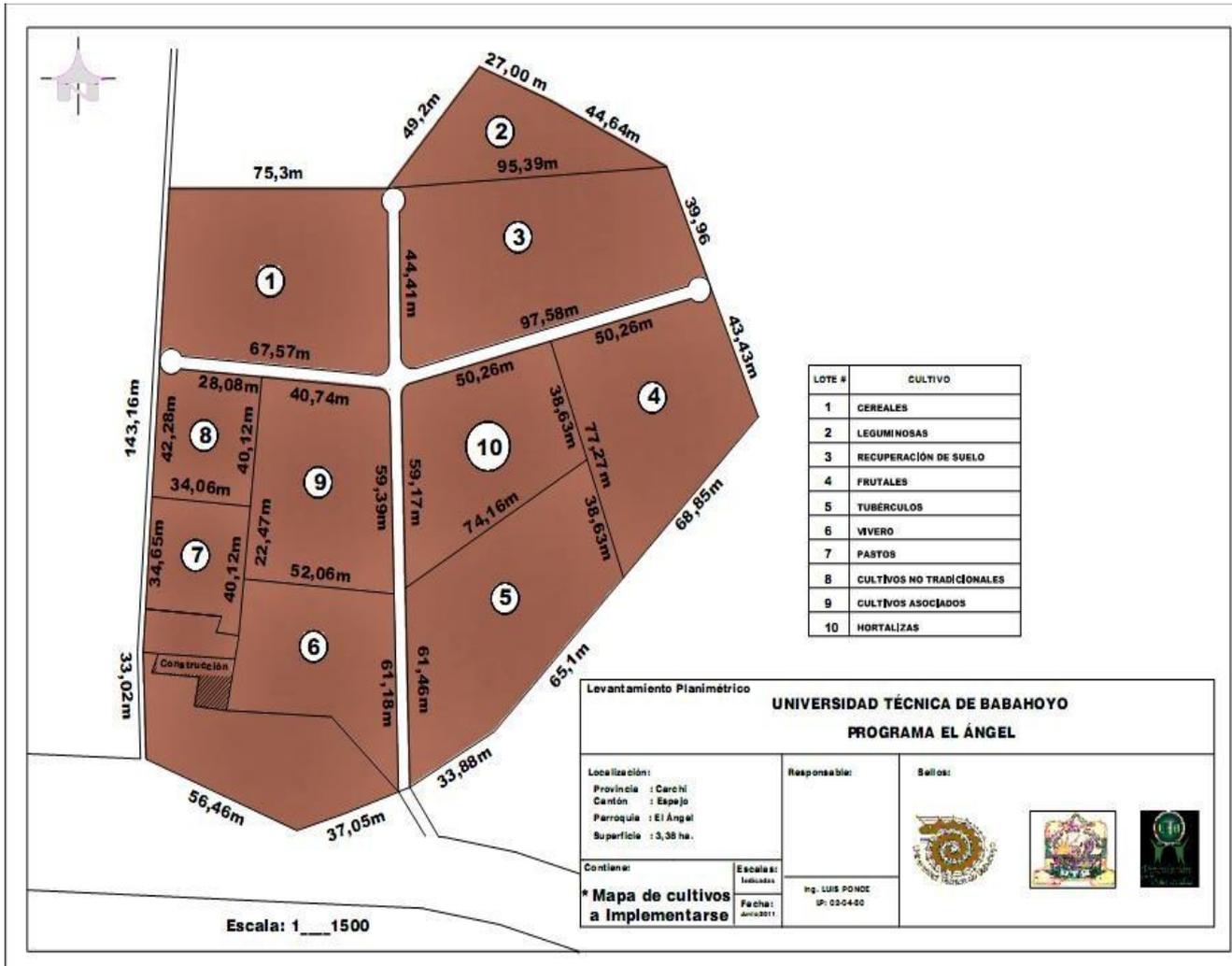


Fig 12. Accesorios para la instalación



Fig 13. Reservorio

Diseño de las parcelas Tabla de referencia de las propiedades físicas del suelo



Textura del suelo	Velocidad de Infiltración (cm/hr)	Espacio Poroso Total (%)	Densidad Aparente (g/cc)	Capacidad de Campo CdeC (%)	Porcentaje de Marchitez Permanente PMP (%)	Humedad Total Utilizable		
						Peso Seco (%)	Peso Volumen (%)	cm/cm
Arenoso	5 (2,5-25,5)	38 (32-42)	1,65 (1,55-1,80)	9 (6-12)	4 (2-6)	5 (4-6)	8 (6-10)	8 (7-10)
Franco arenoso	2,5 (1,3-7,6)	43 (40-47)	1,5 (1,40-1,60)	14 (10-18)	6 (4-8)	8 (6-10)	12 (9-15)	12 (9-15)
Franco	1,3 (0,8-2,0)	47 (43-49)	1,4 (1,35-1,50)	22 (18-26)	10 (8-12)	12 (10-14)	17 (14-20)	17 (14-19)
Franco arcilloso	0,8 (0,25-1,5)	49 (47-51)	1,35 (1,30-1,40)	27 (23-31)	13 (11-15)	14 (12-16)	19 (16-22)	19 (17-22)
Arcillo arenoso	0,25 (0,03-0,5)	51 (49-53)	1,3 (1,25-1,35)	31 (27-35)	15 (13-17)	16 (14-18)	21 (18-23)	21 (18-23)
Arcilloso	0,5 (0,01-0,1)	53 (51-55)	1,25 (1,20-1,30)	35 (31-39)	17 (15-19)	18 (16-20)	23 (20-25)	23 (20-25)

Nota 1= Los intervalos normales son consignados entre paréntesis
 Nota 2= Los intervalos de velocidad de infiltración varían mucho con la estructura del suelo y su estabilidad estructural. Incluso aún más de lo indicado en esta tabla
 Nota = La humedad fácilmente utilizable representa un 75% de la total utilizable