



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

CARRERA DE AGRÍCOLA

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
AGRÍCOLA**

TEMA:

**ESTUDIO DE TRES FRECUENCIAS DE RIEGO POR GOTEOS
SOBRE LA PRODUCCIÓN DE CAMOTE (*Ipomoea batatas. L*) EN
EL VALLE DEL RÍO CARRIZAL**

AUTORES:

**RUSSEL JOSÉ GANCHOZO ROJAS
EDWIN STALIN ROSADO ALCÍVAR**

TUTOR:

ING. ÁNGEL FROWEN CEDEÑO, Mg.

CALCETA, JULIO 2015

DERECHOS DE AUTORÍA

Ganchozo Rojas Russbel José y Rosado Alcívar Edwin Stalin, declaran bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos los derechos de prioridad intelectual a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido por la ley de propiedad intelectual y su reglamento.

.....
RUSSBEL JOSÉ GANCHOZO ROJAS

.....
EDWIN STALIN ROSADO ALCÍVAR

CERTIFICACIÓN DE TUTOR

Ángel Frowen Cedeño Sacón certifica haber tutelado la tesis ESTUDIO DE TRES FRECUENCIAS DE RIEGO POR GOTEO SOBRE LA PRODUCCIÓN DE CAMOTE (*Ipomoea batatas. L*) EN EL VALLE DEL RÍO CARRIZAL, que ha sido desarrollada por Russbel José Ganchozo Rojas y Edwin Stalin Rosado Alcívar, previa la obtención del título de Ingeniero Agrícola, de acuerdo al REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL, de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

.....
ING. ÁNGEL FROWEN CEDEÑO SACÓN, M. Sc

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaran que han APROBADO la tesis ESTUDIO DE TRES FRECUENCIAS DE RIEGO POR GOTEO SOBRE LA PRODUCCIÓN DE CAMOTE (*Ipomoea batatas. L*) EN EL VALLE DEL RÍO CARRIZAL, que ha sido propuesta, desarrollada y sustentada por Russbel José Ganchozo Rojas Y Edwin Stalin Rosado Alcívar, previa a la obtención del título de Ingeniero Agrícola, de acuerdo al REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL, de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

.....
ING. JAIRO CEDEÑO DUEÑAS, M. Sc.

MIEMBRO

.....
ING. SOFÍA VELÁSQUEZ CEDEÑO, M. Sc.

MIEMBRO

.....
ING. GONZALO CONSTANTE TUBAY.

PRESIDENTE

AGRADECIMIENTO

A Dios por darnos señales para escoger el buen camino.

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López ESPAM - MFL, que nos brindó la oportunidad de capacitarnos y forjarnos día a día.

A la Dirección de la carrera de Ingeniería Agrícola, representada por el Director Ing. Leonardo Vera Macías, por su disposición de manera oportuna durante los inicios del proyecto hasta la culminación del mismo.

A la Ing. María Cárdenas por la idea del tema, facilitación de información bibliográfica y su apoyo desinteresado durante la elaboración del proyecto.

Al Ing. Federico Díaz Trelles por ser nuestro facilitador, guiarnos durante el desarrollo del proyecto, aclarando dudas que se presentaran y brindando su apoyo siempre.

A nuestro tutor de tesis el Ing. Ángel Frowen Cedeño Sacón por haber asumido la responsabilidad de guiarnos en este proyecto de tesis, en su desarrollo y culminación, estando pendiente durante todo el proceso de ejecución y estar dispuesto siempre a ayudarnos.

A los señores Ingenieros miembros del tribunal: Ing. Jairo Cedeño, Ing. Sofía Velázquez e Ing. Gonzalo Constante, por apoyarnos, soportarnos con paciencia demostrando su profesionalismo al momento de guiarnos y pulir nuestro tema en discusión.

A todos los catedráticos de la carrera de Ingeniería Agrícola, que desde el inicio aportaron con su grano de arena para formarnos como profesionales de bien.

A la Ing. Saskia Guillen por ser un apoyo fundamental durante la ejecución del proyecto.

Los autores.

DEDICATORIA

El presente trabajo es una de las metas que me planteé en la vida, se la dedico con mucho cariño a personas especiales que significan mucho en mi vida:

A mi padre Arlington Rosado Valencia y mi madre Fátima Alcívar Zambrano que me obsequiaron el regalo más hermoso que es la vida, también una formación de la que me siento orgulloso, y por brindarme apoyo moral tanto como económico.

A Mis abuelos paternos y maternos que siempre me apoyaron moralmente, por guiarme por el camino del bien y estar pendiente de cada paso que doy en la vida.

A mi hermano, tíos y tías por todo su apoyo y consejos, por estar conmigo siempre, ayudándome en toda situación.

A mis amigos que fueron pilares fundamentales durante mi etapa de preparación académica, por el intercambio de experiencias y conocimientos y por los hermosos momentos que pasamos en nuestros 5 años de estudios.

A María Belén Vélez Sabando por brindarme su apoyo incondicional durante toda la fase de investigación y elaboración del documento, además de ser una persona fundamental en vida personal.

EDWIN STALIN ROSADO ALCÍVAR

DEDICATORIA

A Dios sobre todas las cosas, por darnos la vida y las fuerzas para seguir adelante día a día, por darme la fortaleza de seguir adelante en mis conocimientos.

Le doy gracias a mi familia en general ya que cada uno de ellos aportó mucho en el transcurso y culminación de nuestra tesis.

En especial me siento agradecido por el apoyo de mi madre, ya que ella siempre estuvo y está presente en cualquier necesidad que se me presente, al igual que mi padre que con su ayuda y consejos que aportaron en el trayecto de mis estudios.

De la misma forma darle gracias a mi hermana que con su experiencia, a su manera de ser, me da seguridad y confianza para seguir con mis estudios y no darme por vencido.

RUSBEL JOSÉ GANCHOZO ROJAS

CONTENIDO GENERAL

CARÁTULA.....	i
DERECHOS DE AUTORÍA.....	ii
CERTIFICACIÓN DE TUTOR.....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
DEDICATORIA.....	vii
CONTENIDO GENERAL.....	viii
CONTENIDO DE CUADROS Y FIGURAS.....	xiii
RESUMEN.....	xv
PALABRAS CLAVE.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
KEY WORDS.....	xvi
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES.....	1
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	2
1.3. OBJETIVOS.....	3
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	3
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
1.4. HIPÓTESIS.....	3
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1. RIEGO.....	4
2.2. SISTEMAS DE RIEGO.....	4
2.2.1. RIEGO POR SUPERFICIE.....	4
2.2.2. RIEGO POR GOTEO.....	5

2.3.	LA IMPORTANCIA DE LA IRRIGACIÓN	5
2.4.	IMPORTANCIA EN EL USO DEL AGUA	6
2.4.1.	FACTORES A CONSIDERAR EN EL USO DEL AGUA PARA RIEGO	6
2.5.	CALIDAD DE AGUA PARA RIEGO	7
2.6.	DOSIS DE RIEGO.....	7
2.7.	LÁMINAS DE RIEGO	8
2.8.	BULBO HÚMEDO DEL SUELO	8
2.9.	FRECUENCIA DE RIEGO	8
2.10.	DISEÑO AGRONÓMICO	9
2.11.	DATOS REQUERIDOS PARA LA DETERMINACIÓN DEL RÉGIMEN DE RIEGO.....	9
2.11.1.	CLIMA.....	9
2.11.2.	CULTIVO	10
2.11.3.	SUELO	10
2.11.4.	PARCELA.....	10
2.11.5.	FUENTES DE AGUA DE RIEGO	10
2.11.6.	MÉTODO DE RIEGO	11
2.12.	TEXTURA	11
2.13.	DENSIDAD APARENTE	11
2.14.	CAPACIDAD DE CAMPO DEL SUELO SECO (Cc)	12
2.15.	HUMEDAD EN EL PUNTO DE MARCHITAMIENTO (Pm)	13
2.16.	PROFUNDIDAD DEL SUELO EXPLORADO POR LAS RAÍCES.....	13
2.17.	FRACCIÓN DE AGOTAMIENTO DEL AGUA DISPONIBLE (F)	14
2.18.	ORIGEN Y LOCALIZACIÓN DEL CULTIVO DE CAMOTE.....	14
2.19.	AXONOMÍA DEL CAMOTE.....	14
2.20.	CARACTERÍSTICAS GENERALES.....	15

2.21.	PRODUCCIÓN MUNDIAL DEL CAMOTE	15
2.22.	PREPARACIÓN DEL SUELO	15
2.23.	SIEMBRA DEL CULTIVO DE CAMOTE	16
2.24.	PLAGAS DEL CULTIVO DE CAMOTE	16
2.25.	ENFERMEDADES DEL CULTIVO DE CAMOTE.....	16
2.25.1.	VIROSIS	16
2.25.2.	VIROSIS DEL ACORTAMIENTO INTERNO DE LA BATATA (INTERNAL CORK).....	16
2.26.	COSECHA EN EL CULTIVO DE CAMOTE	16
2.27.	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL EXPERIMENTAL.....	17
CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO		18
3.1.	UBICACIÓN	18
3.2.	CONDICIONES CLIMÁTICAS /1.....	18
3.3.	CONDICIONES EDÁFICAS /2	18
3.4.	VARIABLES DE ESTUDIO	19
3.4.1.	VARIABLE INDEPENDIENTE:.....	19
3.4.2.	VARIABLE DEPENDIENTE:.....	19
3.4.3.	VARIABLES INTERVINIENTES	19
3.5.	TIPO DE EXPERIMENTO.....	19
3.6.	FACTOR EN ESTUDIO.....	19
3.7.	NIVELES EN ESTUDIO	19
3.8.	TRATAMIENTOS	20
3.9.	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	21
3.9.1.	DELINEAMIENTO EXPERIMENTAL (Anexo 5)	21
3.10.	ESQUEMA DE ADEVA	22
3.11.	UNIDAD EXPERIMENTAL.....	22
3.12.	VARIABLES A MEDIR	22

3.13.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	22
3.14.	MANEJO DEL EXPERIMENTO	23
3.14.1.	SELECCIÓN DEL SUELO.....	23
3.14.2.	PREPARACIÓN DEL TERRENO	23
3.14.3.	REPLANTEO DE LAS UNIDADES EXPERIMENTALES	23
3.14.4.	SIEMBRA	23
3.14.5.	CONTROL DE MALEZA.....	24
3.14.6.	FERTILIZACIÓN.....	24
3.14.7.	RIEGO	24
3.14.8.	CONTROL DE INSECTOS PLAGAS.....	25
3.14.9.	PODA	25
3.14.10.	COSECHA.....	25
3.14.11.	EVALUACIÓN DE LAS VARIABLES.....	25
3.15.	VARIABLES RESPUESTAS	26
3.15.1.	PESO DE LOS TUBÉRCULOS KG/ PARCELA Y KG/HA.....	26
3.15.2.	NÚMEROS DE TUBÉRCULOS COMERCIALES Y NO COMERCIALES KG/ PARCELA Y KG/HA.....	26
3.15.3.	PESO DE LOS TUBÉRCULOS COMERCIALES Y NO COMERCIALES KG/ PARCELA Y KG/HA.....	26
3.15.4.	PESO DE BIOMASA FRESCA KG/ PARCELA Y KG/HA.....	26
	CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	27
4.1.	DETERMINACIÓN DE LA MEJOR FRECUENCIA DE RIEGO APLICADA AL CULTIVO DE CAMOTE GUAYACO MORADO.....	27
4.1.1.	RENDIMIENTO TOTAL DE TUBÉRCULOS EN KG/PARCELAS	27
4.1.2.	PESO DE TUBÉRCULOS COMERCIALES EN KG/PARCELA...	28
4.1.3.	PESO DE TUBÉRCULOS NO COMERCIALES EN KG/PARCELA	29

4.1.4.	RENDIMIENTO DE BIOMASA FRESCA KG/PARCELA.....	30
4.1.5.	NÚMERO DE TUBÉRCULOS COMERCIALES POR PARCELA .	31
4.1.6.	NÚMERO DE TUBÉRCULOS NO COMERCIALES POR PARCELA.....	32
4.2.	EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LOS TRATAMIENTOS EN ESTUDIO EN BASE A LOS INGRESOS DEL CULTIVO	33
4.2.1.	ANÁLISIS ECONÓMICO	33
4.2.2.	ANÁLISIS DE TASA DE RETORNO MARGINAL.....	34
	CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	35
4.1.	CONCLUSIONES.....	35
5.2.	RECOMENDACIONES	36
	BIBLIOGRAFÍA	37
	ANEXOS	42

CONTENIDO DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro 3.1. Tratamientos que se estudiaron con la siguiente lámina y frecuencias de riego.....	20
Cuadro 4.1. Valores promedios de las variables totales del rendimiento de tubérculos.....	27
Cuadro 4.2. Valores promedios de las variables totales del rendimiento tubérculos comerciales.....	29
Cuadro 4.3. Valores promedios de las variables totales del rendimiento de tubérculos no comerciales.....	30
Cuadro 4.4. Valores promedios de las variables totales del rendimiento de biomasa fresca.....	31
Cuadro 4.5. Valores promedios de las variables totales de los números de tubérculos comerciales.....	32
Cuadro 4.6. Valores promedios de las variables totales de los números de tubérculos no comerciales.....	33
Cuadro 4.7. Cálculo del presupuesto parcial de la investigación: Estudio de tres frecuencias de riego por goteo sobre la producción de camote (Ipomoea batatas. L) en el valle del Río Carrizal.....	34
Cuadro 4.8. Análisis de retorno marginal de tratamientos no dominados en el Estudio de tres frecuencias de riego por goteo sobre la producción de camote (Ipomoea batatas. L) en el valle del Río Carrizal.....	34
Gráfico 4.1. Estudio de tres frecuencias de riego por goteo sobre la producción de camote (Ipomoea batatas. L) en el valle del Río Carrizal.....	28
Gráfico 4.2. Estudio de tres frecuencias de riego por goteo sobre la producción de camote (Ipomoea batatas. L) en el valle del Río Carrizal.....	29
Gráfico 4.3. Estudio de tres frecuencias de riego por goteo sobre la producción de camote (Ipomoea batatas. L) en el valle del Río Carrizal.....	30

Gráfico 4.4. Estudio de tres frecuencias de riego por goteo sobre la producción de camote (<i>Ipomoea batatas</i> . L) en el valle del Río Carrizal.	31
Gráfico 4.5. Estudio de tres frecuencias de riego por goteo sobre la producción de camote (<i>Ipomoea batatas</i> . L) en el valle del Río Carrizal.	32
Gráfico 4.6. Estudio de tres frecuencias de riego por goteo sobre la producción de camote (<i>Ipomoea batatas</i> . L) en el valle del Río Carrizal.	33

RESUMEN

El presente trabajo de investigación fue realizado en el cantón Bolívar, en el área de producción convencional de la carrera de Ingeniería Agrícola de la Espam MFL, durante los meses de septiembre a diciembre del año 2014, con el propósito de evaluar la respuesta agroproductiva del cultivo de camote guayaco morado a la aplicación de tres frecuencias de riego. Se plantearon tres tratamientos: riego cada 24 horas (T1), riego cada 48 horas (T2), y riego cada 72 horas (T3), estableciendo diez repeticiones por tratamiento y una lámina de riego establecida bajo un diseño agronómico realizado. Para el análisis estadístico de las variables fueron sometidas a la comprobación de medias de Tukey al 5%, y el análisis económico fue establecido por el CIMMYT, se analizó estadísticamente las variables, peso de tubérculos por parcela (kg), peso de tubérculos comerciales y no comerciales por parcela (kg), y rendimiento de biomasa fresca por parcela (kg); estas al ser evaluadas estadísticamente si presentaron diferencias significativas. El mejor tratamiento fue el (T1) con un rendimiento de 34644,44, kg/ha, seguido del (T2) con 24000,00 Kg/ha, y finalmente el (T3) con una producción de 18333,33 Kg/ha. En generación de biomasa fresca el (T3) fue quien más rendimiento obtuvo con una producción de 102940 Kg/ha. En conclusión el (T1) es el mejor tratamiento, puesto que obtuvo la mayor productividad y es más rentable económicamente. Con una utilidad estimada de 9390,2 (USD/ha), y una tasa de retorno marginal, que por cada dólar invertido se obtiene una ganancia de 1,16 dólares.

PALABRAS CLAVE

Camote, riego, tratamiento, rendimiento.

ABSTRACT

This research was conducted in the canton Bolivar, in the area of conventional production of the career of Agricultural Engineering Espam MFL, during the months of September to December 2014, in order to assess the agricultural production crop response purple sweet potato guayaco applying three irrigation. Three treatments were raised: water every 24 hours (T1), irrigation every 48 hours (T2), and irrigation every 72 hours (T3), establishing ten repetitions per treatment and irrigation requirement established under an agronomic made design. For the statistical analysis of the variables were subjected to testing Tukey to 5%, and the economic analysis was established by CIMMYT, variables, weight of tuber per plot (kg) weight of commercial tubers are statistically analyzed and noncommercial per plot (kg) and fresh biomass yield per plot (kg); these to be evaluated if presented statistically significant differences. The best treatment was (T1) 34,644.44 yielding, kg / ha, followed by (T2) with 24,000.00 kg / ha, and finally (T3) with an output of 18333.33 kg / ha. In the fresh biomass generation (T3) it was the biggest performance obtained with a production of 102 940 kg / ha. In conclusion (T1) is the best treatment, since had the highest productivity and is more profitable economically. With an estimated 9390.2 (USD / ha), utility and a marginal rate of return, for every dollar invested a profit of \$ 1.16 you are obtained.

KEY WORDS

Yams, irrigation, treatment, performance.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Según (Medranda, D y Loor, R. 2011), uno de los principales problema de la provincia de Manabí a través de la historia ha sido la falta de agua para riego, sin embargo, los gobiernos de turno para contrarrestar aquello, desde la época de los años setenta han construido importantes obras hidráulicas en la provincia como son los embalses de Poza Honda con una capacidad de 100 millones de m³ y la Esperanza con una capacidad de 450 millones de m³.

La baja producción del cultivo de camote está relacionado directamente con el manejo agronómico, particularmente en la disponibilidad de agua, el cual es proporcionado en un sistema tradicional, en forma inoportuna e ineficiente, causando grandes desperdicios de agua en el campo. .

Otros de los problemas de los agricultores del valle Carrizal, es la falta de interés por implementar tecnologías de riego para sus cultivos, por lo que siguen aplicando riegos tradicionales causando grandes desperdicios de agua en el campo.

La importancia de esta investigación es lograr la mayor eficiencia de aplicación de agua en el cultivo de camote , esforzándose por lograr métodos y sistemas de riego que utilicen solamente el agua requerida para el cultivo, racionalizando el consumo ya que a futuro la disponibilidad de este recurso será menor, lo cual hará que su costo se incremente.

Los antecedentes expuestos permiten formular el siguiente problema científico:

¿Cómo influye la aplicación de agua con diferentes frecuencias de riego por goteo en la producción de camote variedad guayaco morado?

1.2. JUSTIFICACIÓN

El riego es uno de los factores de mayor importancia en la práctica agrícola ya que es una de las claves esenciales para elevar la producción. En el cultivo de camote se lo aplica con menos intensidad ya que se carece de una cultura adecuada, lo cual genera un bajo rendimiento por parte de los pequeños y medianos productores.

El riego por goteo es el sistema que ahorra grandes cantidades de agua y con una eficiencia mayor al 90%, los productores necesitan nuevas tecnologías para aplicarlas a sus cultivos, por eso es necesario la implementación de un sistema de riego idóneo, lo cual ayudará a ahorrar grandes cantidades de agua y así evitar pagos a futuro por el desperdicio de agua en el campo que al final no es aprovechado por el cultivo.

El impacto agrícola en las tierras del valle del río Carrizal es muy intenso, donde se desarrollan cultivos hortícolas de ciclo corto, pastizales, frutales, los mismos que para su mantenimiento y desarrollo necesitan una aplicación óptima del recurso hídrico. Gracias a la implementación en los últimos años del Sistema de Riego Carrizal Chone, se han abierto grandes expectativas de desarrollo agrícola en la parte baja del cantón y en toda la zona colindante de los cantones Tosagua, Bolívar, Junín y Chone que forman parte del valle Carrizal y Chone. (Swiss Contact, 2011).

El propósito de esta investigación es generar información sobre frecuencias de riego adecuadas para el cultivo de camote, tomando como referencia un diseño agronómico (anexo 1), el cual generó una lámina de riego y ayudará con información apreciable para minimizar pagos por el consumo excesivo de agua, además de ahorrar este recurso vital para la humanidad.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar las tres frecuencias de riego y su respuesta agroproductiva en el cultivo de camote guayaco morado.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la mejor frecuencia de riego aplicada al cultivo de camote guayaco morado.
- Realizar la evaluación económica de los tratamientos en estudios en base a los ingresos del cultivo.

1.4. HIPÓTESIS

La variación en las frecuencias de riego influye en la productividad del cultivo de camote guayaco morado.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. RIEGO

El camote precisa de suelos húmedos, sobre todo cuando se realiza la plantación de los esquejes o puntas, para favorecer el enraizamiento, en las primeras fases del cultivo, y en general a lo largo de todo el ciclo. Una humedad excesiva puede provocar pérdidas de producción cuantitativa y cualitativa. El camote es una planta moderadamente tolerante a la sequía, a pesar de lo cual responde productivamente al riego.

Serán suficientes tres o cuatro riegos en los cuatro o cinco meses que dura el cultivo, pero si el clima o la estación fuesen muy secos, se darán hasta ocho o nueve riegos aplicados cada quince días (Casaca, D. 2005).

2.2. SISTEMAS DE RIEGO

2.2.1. RIEGO POR SUPERFICIE

Los métodos por escurrimiento superficial se usan en más del 85 % de las tierras regadías del mundo (± 300 millones ha), en todo tipo de cultivos y en la mayoría de los suelos y de las condiciones topográficas. El 15 % restante se divide en 10% para aspersión y el resto para riego por goteo.

El riego por escurrimiento superficial es particularmente apropiado cuando se cuenta con: buena disponibilidad de agua, pendientes uniformes (comprendidas entre el 0% y 1%), suelos profundos, de texturas medias a finas y cultivos de raíz profunda (Morabito, J. et; all. 2008).

Para la EEDH (Estación Experimental Donoso Huaral. 2010) en los suelos sueltos debe regarse cada 7 o 10 días y en suelos de alta retentiva cada 15 días, el consumo de agua varía de 5 000 a 8 000 m³/ha.

2.2.2. RIEGO POR GOTEO

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 (Shock, C. Welch, T. 2013).

La evapo-transpiración (agua perdida por el suelo más la de las plantas), este fenómeno es igual en todos los sistemas de riego. El riego por goteo mantiene un nivel alto de humedad (riego diario), por ello las plantas absorben el agua con más facilidad que en otros sistemas de riego (Rodas, H. y Cisneros, P. 2000).

Para el cultivo de camote se recomienda según la EEDH (Estación Experimental Donoso Huaral. 2010), que en suelos arenosos de escasa retención de humedad regar durante 4 horas cada 4 días, con un total de 25 riegos (2900 m³/campaña/ha) mientras en suelos de buena retención de humedad regar por 3 horas cada 6 días, con un total de 15 riegos (1300 m³/campaña/ha).

2.3. LA IMPORTANCIA DE LA IRRIGACIÓN

La necesidad de riego surge a partir del incremento de la insuficiencia alimentaria dado por el crecimiento de la población y la dificultad del cultivo en 0 áreas semi-áridas o secas. A nivel mundial las zonas secas y semi secas con precipitaciones menores de 500 mm ocupan cerca del 60% de la superficie de la tierra firme. Entre las zonas más secas se encuentran Australia (82 % de la superficie), África (50%), Asia (54 %), y América del norte y del sur (28% y 21%).

De la superficie total mundial normalmente se cultiva cerca del 11%. Cerca de un 40% de las tierras cultivable se encuentra en zonas húmedas, alrededor de un 40% en zonas secas donde el riego complementario puede triplicar la producción agrícola; el 15% se encuentra en zonas semi-secas donde el riego puede duplicar el volumen de producción agrícola, tanto por el aumento de las áreas de siembra como aumento del rendimiento de la cosecha y el 5% restante de todas las tierras cultivables se encuentra en zonas intermedias donde la agricultura sin riego es prácticamente imposible (Medina, J. 2005).

2.4. IMPORTANCIA EN EL USO DEL AGUA

El uso eficiente del agua constituye una serie de acciones que involucran tanto aspectos técnicos como sociales y políticos, y comprende tanto al área doméstica como a la industria y a la agricultura. Abarca a países desarrollados y en vías de desarrollo, ubicados tanto en zonas áridas como tropicales.

Se puede decir que el aprovechamiento del agua va a la par con el desarrollo integral de un país, ya que su uso está relacionado con múltiples actividades. Inicialmente, los aprovechamientos hidráulicos se definen en función de las facilidades técnicas y coinciden con el aprovechamiento de los escurrimientos superficiales, locales o regionales.

Posteriormente, el crecimiento y la demanda poblacional obligan a la integración de cuencas, y se constituyen comisiones y distritos de riego con atribuciones casi políticas por el tamaño del área, de la población y de la producción que se maneja (Palacios, A. et; all. 2011).

2.4.1. FACTORES A CONSIDERAR EN EL USO DEL AGUA PARA RIEGO

Para determinar la conveniencia o limitación del agua que se pretende utilizar con fines de riego, debe tomarse en cuenta la composición química de esta, la tolerancia de los cultivos a las sales, las propiedades químicas y físicas de los suelos, las prácticas de manejo de suelos, aguas y cultivo, las condiciones climatológicas, el método de riego por emplear y las condiciones de drenaje

interno y superficial del suelo (Aguilera y Martínez, 1996). Citado por (Palacios, A. et; all. 2011).

Como se mencionó anteriormente, uno de los principales factores a considerar en la calidad del agua para riego es la presencia de sales. Los suelos contienen sales solubles que provienen de la descomposición de las rocas, y también de las aguas utilizadas para el riego y de las aguas provenientes del subsuelo. Las aguas de riego aportan sales al suelo, que son eliminadas (al menos en parte) en el agua de drenaje. Cuando la cantidad de sales incorporadas al suelo es mayor que la cantidad eliminada se incrementa el nivel de salinidad, pudiendo llegar a límites peligrosos. (Palacios, A. et; all. 2011).

2.5. CALIDAD DE AGUA PARA RIEGO

En el agua se destacan propiedades físicas y químicas. La temperatura es una propiedad física importante, el agua de riego no debe tener temperaturas extremas, especialmente bajas. El contenido de sales es un factor químico de importancia, en general el cloruro de sodio en una concentración de 0.45 a 0.5 g/l en el agua a utilizar no trae inconvenientes.

La permeabilidad del suelo es importante en esta valoración, ya que a poca permeabilidad las sales tóxicas se acumulan rápido, afectando más el sodio, ya que actúa negativamente, al acumularse en el complejo absorbente, siendo difícil su lixiviación. La lucha contra las sales tóxicas puede llevarse a cabo por la desalinización por lavado, o neutralizándolas con sustancias antagónicas como el yeso (Rodríguez, 1982). Citado por (Pachacama, V. 2012).

2.6. DOSIS DE RIEGO

Se debe determinar un valor mínimo de la cantidad de agua en el suelo que no produzca disminución apreciable en la producción. Cuando se alcance dicho valor será necesario regar. La extracción del agua depende principalmente del cultivo, la cantidad de agua en el suelo, de las condiciones atmosféricas y de la adaptación del cultivo a estas condiciones (Castañón, 2000).

2.7. LÁMINAS DE RIEGO

La dosis de riego es la cantidad de agua que se aplica en cada riego por unidad de superficie. Se puede expresar como lámina o altura que hay que aplicar, generalmente en mm de agua o como volumen en m³/ha y L/m². Una lámina de riego de 1 mm de altura corresponde a 10 m³/ha y L/m² (Castañón, 2000). Citado por (Pachacama, V. 2012).

La aplicación eficiente y oportuna de láminas de agua requeridas para el normal desarrollo de los cultivos, con diferentes emisores o elementos que ayudan a entregar el agua, de acuerdo a determinadas condiciones de operación.

Lámina de riego: Es el volumen de agua a aplicar en una unidad de área (1 m²) expresado en mm.

Factores de conversión para el cálculo de volúmenes de agua para riego.

$$1 \text{ mm} = 1 \text{ lt/ m}^2$$

$$1 \text{ mm} = 10 \text{ m}^3/ \text{ ha} \text{ (Cruz C. 2009).}$$

2.8. BULBO HÚMEDO DEL SUELO

Forma tridimensional que toma el agua que se aplica sobre el suelo y que se genera como consecuencia del movimiento del agua en el suelo (Cruz C. 2009).

2.9. FRECUENCIA DE RIEGO

Es el número de veces que debemos regar en un lapso determinado de tiempo. En el momento que se agote cierta cantidad (5% – 10%) de la capacidad de retención de agua útil, siempre que se consigan las condiciones de aireación del suelo, es decir la proporción de los elementos que componen el suelo (aire, suelo y agua).

Es importante anotar que esta información se va recopilando en la medida que se va conociendo el cultivo objeto de estudio.

Es importante garantizar una adecuada entrega del agua, es decir que exista un traslape entre los bulbos de humedad que genera la aplicación del agua por medio del sistema de riego (Cruz C. 2009).

2.10. DISEÑO AGRONÓMICO

Como se sabe, el objetivo del riego es suministrar a los cultivos, de forma eficiente y sin alterar la fertilidad del suelo, el agua adicional a la precipitación que necesitan para su crecimiento óptimo y cubrir las necesidades de lavado de sales de forma que evite su acumulación en el perfil del suelo, asegurando la sostenibilidad del regadío.

El diseño agronómico es una parte fundamental del proyecto de riego, presentando ciertas dificultades, tanto de tipo conceptual como de cuantificación de ciertos parámetros, por el gran número de condiciones que ha de tener en cuenta (suelo, clima, cultivos, parcelación, etc.) (Losada, A. 1988). Citado por (Bravo, T. et; all. 2008).

2.11. DATOS REQUERIDOS PARA LA DETERMINACIÓN DEL RÉGIMEN DE RIEGO

(Gutiérrez, A. 2010), citado por (Solís, M. 2011), indica que para determinar el régimen de riego de un cultivo, es decir; lámina de riego, la dosis bruta y el intervalo de riego; se requiere datos iniciales sobre el clima, el cultivo, el suelo, la parcela, la fuente de agua y el método de riego.

2.11.1. CLIMA

- Temperaturas (máxima, mínima y media)
- Humedad relativa (máxima, mínima y media)
- Precipitación: cantidades mensuales y distribución anual
- Evaporación diaria (valores mensuales promedios del tanque evaporímetro de clase "A")

- Viento: velocidad y horas de viento
- Porcentaje de horas luz.

2.11.2. CULTIVO

- Especie y variedad, o etapas de desarrollo del cultivo.
- Coeficiente del cultivo (K_c) para cada una de las fases de su desarrollo.
- Máximo aprovechamiento del agua permisible para el cultivo.
- Profundidad de la zona radicular efectiva del cultivo. Se considera el perfil del cual el sistema radicular extrae el 85 al 90% del volumen total de agua consumido por el cultivo.
- Espaciamiento y dirección de las líneas de siembra o plantación de árboles.

2.11.3. SUELO

- Textura (tipo de suelo).
- HCC (%) Porcentaje de humedad a capacidad de campo, en base de peso seco (por cada capa u horizonte).
- HPM (%). Porcentaje de humedad en el punto de marchites permanente, en base de peso seco (por cada capa u horizonte).
- PEA: Peso Específico Aparente en g/cm^3 por cada capa u horizonte.

2.11.4. PARCELA

- Área (ha)
- Dimensiones
- Topografía (pendiente en %)
- Linderos y obstáculos en el terreno.

2.11.5. FUENTES DE AGUA DE RIEGO

- Pozo, río, presa, lago, etc, o volumen de agua a disposición del proyecto
- Localización de la fuente de agua respecto a la parcela por regar.
- Descarga horaria (caudal).
- Presión en la fuente de agua.

- Horas de disponibilidad de la fuente de agua.
- Horas de bombeo.
- Calidad física y química del agua.
- Cota estática y dinámica del espejo de agua.

2.11.6. MÉTODO DE RIEGO

- Características del emisor, modelo, diámetro de cobertura, descarga, presión, etc.
- Espaciamiento entre emisores y laterales.
- Eficiencia del riego. (Gutiérrez, A. 2010), citado por (Solís, M. 2011).

2.12. TEXTURA

Está determinada por la proporción en la que se encuentran en una determinada muestra de suelo las partículas elementales de varias dimensiones que lo conforman.

Para determinar la textura se empleará el método de la pipeta o Robinson que consiste en: Se pesan a precisión 50g de T.F.S.A. en la balanza analítica, y se introducen en una matraz erlenmeyer tomando la precaución de no desperdiciar la muestra, luego se le agregan 20 cc de Hidróxido de sodio al 10%, cantidad necesaria para humedecer en su totalidad la muestra de suelo. La muestra se deja en maceración por espacio de 24 horas. (Porta, et. al. 2003).

2.13. DENSIDAD APARENTE

Según (Araucarias, 2005), se define como el peso seco de una unidad de volumen de suelo. Los factores que le afectan son principalmente tres: La textura, la estructura y la presencia de materia orgánica.

Para determinar la densidad aparente se emplea el método de la hojalata u hoyo que consiste en la toma de la muestra de suelo en el propio perfil de la calicata, de la siguiente manera; se limpia el perfil de tal modo que el momento de colocar la hojalata el terreno este nivelado y esta se acople bien; una vez

colocada la hojalata que en su centro posee una circunferencia de 10 cm de diámetro se procede con un cuchillo o una espátula a remover el suelo del agujero con una profundidad de 3 cm. o más aproximadamente, la tierra removida es recogida en una funda plástica para evitar que pierda humedad y llevarla al laboratorio donde se somete a estufa, a 105C⁰ de temperatura.

La densidad aparente es igual al peso de suelo seco / volumen por el peso del recipiente. Para determinar la densidad aparente debemos aplicar la siguiente formula:

$$da = \frac{pss}{V * P.rec} \quad [2.1]$$

En donde:

da: densidad aparente.

pss: peso seco del suelo

V: volumen

P.rec: peso del recipiente.

2.14. CAPACIDAD DE CAMPO DEL SUELO SECO (Cc)

El contenido en agua del suelo cuando virtualmente ha cesado todo movimiento descendente de aquella, recibe el nombre de capacidad de campo. Esta situación suele darse en suelos bien drenados dos o tres días después de una lluvia. La capacidad de campo se valora cuantitativamente como la cantidad de agua presente expresada en forma de porcentaje sobre el peso de suelo seco a la estufa. El contenido de agua permanece a la capacidad de campo a menos que sobrevengan pérdidas por absorción de las raíces, por evaporación o suministro de agua (Thompson y Trueh, 2002).

$$Cc = Ac + L + Ar \text{ (formula de Peele)} \quad [2.2]$$

En donde:

Cc = Capacidad de campo, expresada como humedad gravimétrica en %.

Ac = contenido de arcilla, expresada como humedad gravimétrica en %.

L = contenido de lino, expresada como humedad gravimétrica en %.

Ar = contenido de arena, expresada como humedad gravimétrica en %.

2.15. HUMEDAD EN EL PUNTO DE MARCHITAMIENTO (*Pm*)

Según (Fuentes, J. 2003), es un porcentaje de humedad que no permite que la planta absorba agua, debido a la gran energía con que está retenida por la matriz del suelo, de tal forma que el vegetal se marchita y no vuelve a recuperar su vigor aunque sea colocado en un ambiente saturado de humedad.

Se determina en laboratorio sometiendo a la muestra a una presión centrífuga del orden de 15 atmósferas y luego se halla su grado de humedad. Su valor real dependerá del tipo de vegetación que exista sobre el suelo.

El punto de marchites se lo determino con la siguiente formula:

$$Pm = Ac + L + Ar \text{ (formula de Briggs)} \quad [2.3]$$

En donde:

Pm = punto de marchitamiento, expresado como humedad gravimétrica en %.

Ac = contenido de arcilla, expresada como humedad gravimétrica en %.

L = contenido de lino, expresada como humedad gravimétrica en %.

Ar = contenido de arena, expresada como humedad gravimétrica en %

2.16. PROFUNDIDAD DEL SUELO EXPLORADO POR LAS RAÍCES

Naturalmente las raíces de las plantas parecen no sobrepasar la profundidad del suelo humectada por la lluvia. De la misma manera, con el riego las raíces se desarrollan en todo el espesor de suelo humectado. El riego entonces

permite dirigir ese fenómeno. Prácticamente, es ventajoso favorecer el enraizamiento profundo que permite poner a disposición de la planta una mayor masa de recursos nutritivos y evitar el riesgo de la desecación en superficie. Es un porcentaje del sistema radicular total de la planta que equivale a un 40% del mismo (Caamal, 2003).

2.17. FRACCIÓN DE AGOTAMIENTO DEL AGUA DISPONIBLE (F)

El método recomendable y más utilizado para calcular las pérdidas de agua por evapotranspiración (ET_c) es el recomendado por la Doorenbos y Pruitt, (1997), en el que la ET_c se calcula como el producto de tres términos mediante la siguiente fórmula:

$$ET_c = ET_o * k_c * k_r \quad [2.4]$$

En donde:

ET_c : evapotranspiración máxima del cultivo

ET_o : evapotranspiración potencial o de referencia

K_c : coeficiente de cultivo.

K_r : coeficiente de desarrollo del cultivo.

2.18. ORIGEN Y LOCALIZACIÓN DEL CULTIVO DE CAMOTE

El camote es originario de América Tropical, se ha diseminado a la mayoría de las zonas templadas del mundo. Se cultiva a nivel mundial, ocupando el tercer lugar después de la papa y la yuca, en el renglón de la producción de raíces y tubérculos. Su cultivo se localiza desde México hasta Chile, de ahí, pasó a Polinesia y luego se difundió hasta África y Asia Tropical (FAO, 2006).

2.19. TAXONOMÍA DEL CAMOTE

Según. (Jadan, A.2011). La Taxonomía del Camote es la siguiente:

- División Espermatofitas
- Subdivisión Angiospermas
- Clase Dicotiledóneas
- Subclase Simpétalas o Metaclamideas
- Orden Solanales
- Sub Orden Convolvulíneas
- Familia Convolvulaceae
- Genero Ipomoea
- Especie Ipomoea Batatas Lam

2.20. CARACTERÍSTICAS GENERALES

La especie se adapta desde el nivel del mar hasta los 2.500 metros de altura, pero para establecer plantaciones comerciales con buenos rendimientos, se cultiva entre los 0 y 900 msnm, en donde se presentan temperaturas de 20 a 30°C, que aceleran su metabolismo. Requiere de 12 a 13 horas diarias de luz. Se adapta a suelos con buena aireación, buen drenaje, que sean livianos y con alto contenido de materia orgánica, tipo franco arenosos hasta franco arcillosos, con pH entre 5.2 y 7.7 (FAO 2006).

2.21. PRODUCCIÓN MUNDIAL DEL CAMOTE

La batata o camote (*Ipomoea batatas*. L) es uno de los cultivos más importantes, versátiles y menos aprovechados del mundo. Con una producción anual de más de 133 millones actualmente se ubica en el quinto lugar en orden de importancia después del arroz, el trigo, el maíz y la yuca. La batata se cultiva en más de 100 países en desarrollo, figurando entre los cinco cultivos más importantes en más de 50 de ellos (Macías, C. 2010).

2.22. PREPARACIÓN DEL SUELO

El suelo se debe preparar 45 días antes de la siembra, a 40 cm de profundidad. Dependiendo del tipo, y si existe pie de arado, se deberá subsolar primero y después rastrear hasta dejar el suelo mullido. En el suelo debe existir una

relación de 25% aire, 25% agua, 5% materia orgánica y 45% material mineral (Boris, L. et; all. 2013).

2.23. SIEMBRA DEL CULTIVO DE CAMOTE

Según (Bonilla, C. 2009) que se pueden practicar dos tipos de siembra: Directo e Indirecto, el material o semilla de siembra está listo cuando los tallos han obtenido madurez fisiológica, estos se arrancan y se ubican en la sombra para luego proceder a recortar en pequeños fragmentos de 3 a 4 yemas, una vez cortados los tallitos se deben desinfectar sumergiéndolos en una solución de fungicidas.

2.24. PLAGAS DEL CULTIVO DE CAMOTE

Las plagas pueden causar daño directo e indirecto bajando la calidad de las raíces tuberosas, estos daños pueden ser físicos tanto a la raíz como al follaje, de formaciones y vectores de virus (Valdivia, R. 2010).

2.25. ENFERMEDADES DEL CULTIVO DE CAMOTE

Para (INFOAGRO, 2014) las enfermedades del cultivo de camote son:

2.25.1. VIROSIS

Mosaico de la batata. Produce enanismo, mosaico y deformaciones en hojas y escasa o nula tuberización.

2.25.2. VIROSIS DEL ACORTAMIENTO INTERNO DE LA BATATA (INTERNAL CORK)

Produce deformaciones tisulares acorchadas en el interior del tubérculo, junto con manchas cloróticas en hojas, etc.

2.26. COSECHA EN EL CULTIVO DE CAMOTE

La cosecha se realizará a los 125 o 140 días dependiendo de los diversos factores como época del año, zona, altura sobre nivel del mar, riego, manejo,

tamaño de raíz deseada, etc. El día antes de cosecha se arranca la guía de camote para que no entorpezca la cosecha. Esta guía se debe sacar de los campos o dejarla que se seque bien antes de incorporarla para evitar que se pegue y se vuelva una maleza (Casaca, D. 2005).

2.27. DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL EXPERIMENTAL

Variedad guayaco y de nombre común guayaco morado del Ecuador, el color predominante del tallo es morado oscuro y verde. El color secundario del tallo es entre ápice morado, ausente y nudos morados. La pubescencia del ápice de los tallos es ausente. El perfil general de la hoja es triangular. Los materiales de este grupo presentan un solo lóbulo en la hoja. La forma del lóbulo central es triangular. El color de la hoja madura es verde, su rendimiento es de 18428.57 Kg/ha. Rendimiento de follaje es de 45714.29 Kg/ha (Macías, C. et. all 2012).

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

La propuesta se enmarca en la normativa institucional (ESPAM, 2012). Se formula como una investigación de tipo experimental.

3.1. UBICACIÓN

La investigación se realizó en los meses de septiembre del 2014 hasta febrero del 2015 en el área convencional de la Carrera de Agrícola de la ESPAM MFL ubicado en el sitio El Limón de la Parroquia Calceta, Cantón Bolívar, Provincia Manabí, a 00°49'23" de latitud Sur 80°11'01" de longitud Oeste, con una elevación de 15 msnm.

3.2. CONDICIONES CLIMÁTICAS /1

- Precipitación media anual: 838,7mm
- Temperatura media anual: 26°C
- Humedad relativa anual: 80,9%
- Heliofanía anual: 1325,4 (horas/sol)
- Evaporación anual: 1739,5mm

3.3. CONDICIONES EDÁFICAS /2

- Topografía. Plana
- Drenaje. Buena
- Textura. Franco limoso
- pH 6 A 7

1/. Estación meteorológica ESPAM MFL. 2014

2/. . VERA A. (2006). DETERMINACION DE LAS CURVAS DE RETENCION DE AGUA DE LOS SUELOS AGRICOLAS EN EL CAMPUS DE LA ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA AGROPECUARIA DE MANABI "ESPAM" TESIS DE GRADO. MANABI ECUADOR. ESPAM.P.3

3.4. VARIABLES DE ESTUDIO

3.4.1. VARIABLE INDEPENDIENTE:

Sistema de riego por goteo.

3.4.2. VARIABLE DEPENDIENTE:

- Rendimiento de tubérculos (Kg/parcela, Kg/ha)
- Rendimiento de biomasa fresca (Kg/parcela, Kg/ha)
- Número de raíces. (#/parcela, #/ha)

3.4.3. VARIABLES INTERVINIENTES

- Diseño Experimental.
- El suelo.
- Labores culturales.
- El agua.
- Fertilizantes.
- Control Fitosanitario.
- Condiciones climáticas.

3.5. TIPO DE EXPERIMENTO

Fue una investigación unifactorial.

3.6. FACTOR EN ESTUDIO

Fue una investigación unifactorial considerando como factor en estudio las frecuencias de riego.

3.7. NIVELES EN ESTUDIO

La investigación tuvo tres tratamientos con diez repeticiones, como se muestra en cuadro 3.1.

3.8. TRATAMIENTOS

Cuadro 3.1. Tratamientos que se estudiaron con la siguiente lámina y frecuencias de riego.

Tratamiento	Código	Descripción		
1	T1	Mes / etapa	Lámina mm	Frecuencia días
		Septiembre	1.80	24 Horas
		Octubre	1.77	24 Horas
		Noviembre	1.80	24 Horas
		Diciembre	1.80	24 Horas
2	T2	Mes / etapa	Lámina mm	Frecuencia días
		Septiembre	1.80	48 Horas
		Octubre	1.77	48 Horas
		Noviembre	1.80	48 Horas
		Diciembre	1.80	48 Horas
3	T3	Mes / etapa	Lámina mm	Frecuencia días
		Septiembre	1.80	72 Horas
		Octubre	1.77	72 Horas
		Noviembre	1.80	72 Horas
		Diciembre	1.80	72 Horas

3.9. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se empleó un diseño experimental de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con diez por tratamiento repeticiones.

3.9.1. DELINEAMIENTO EXPERIMENTAL (Anexo 5)

Cuadro 3.9.2. Características de la Unidad Experimental.

Total de unidades experimentales:	30
Forma:	Rectangular
Tamaño de la parcela:	(5 m * 4 m) 20 m ²
Población por parcela	40 plantas
Tamaño Total del ensayo:	1.016,5 m ² (19m * 53,5m)
Separación entre ensayos:	1,50m
Separación entre tratamientos:	2m
Neto:	600 m ² (20m ² * 30 parcelas)
Población del ensayo:	1.200 plantas
Distanciamiento de siembra:	0,5 m entre plantas * 1 m entre hileras
Efectos borde:	1 m en cada lado de la unidad experimental y 0,5 m en cada extremo de las hileras de siembra.
Área útil de muestreo	9m ² (3 m x 3 m)
Población útil:	18 plantas.
Muestra:	9 plantas del área útil
Área útil del ensayo:	270m ² , (30 parcelas de 9 m ²)

3.10. ESQUEMA DE ADEVA

Cuadro 3.10.1. Esquema de Adeva.

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD
Total	29
Repeticiones	9
Tratamiento	2
Error experimental	18

3.11. UNIDAD EXPERIMENTAL

La unidad experimental fueron las parcelas de camote.

3.12. VARIABLES A MEDIR

- Rendimiento de tubérculos comerciales (Kg/parcela, Kg/ha)
- Rendimiento de tubérculos no comerciales (Kg/parcela, Kg/ha)
- Rendimiento de tubérculos totales (Kg/parcela, Kg/ha)
- Rendimiento de biomasa fresca (Kg/parcela, Kg/ha)
- Tasa de retorno marginal/tratamiento
- Costo de producción del cultivo de camote.

3.13. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los resultados fueron analizados estadísticamente utilizando el programa InfoStat, considerando lo siguiente:

Tukey. Se lo empleo para determinar la magnitud de las diferencias entre tratamientos. Se analizó al 5% de probabilidad.

3.14. MANEJO DEL EXPERIMENTO

3.14.1. SELECCIÓN DEL SUELO

El terreno seleccionado se encuentra ubicado en el área de producción convencional de la carrera de agrícola de la ESPAM MFL, puesto que su superficie fue de 1.016,5 m².

Se seleccionó el terreno ubicado en la parte central del área de producción convencional para evitar problemas externos a la investigación, considerando la disponibilidad del agua para el riego y sus componentes, como las válvulas, los conectores para la cinta de riego.

3.14.2. PREPARACIÓN DEL TERRENO

La preparación del suelo se la efectuó de forma convencional, previo a la siembra se realizó dos pases de rastra y uno de subsolador, el propósito es dejar suelta la estructura del suelo para el correcto desarrollo de las raíces, posterior a esto se realizó el levantamiento de las camas con la ayuda de azadones y palas, con un distanciamiento de 1,50m entre ensayos y 2m entre repeticiones.

3.14.3. REPLANTEO DE LAS UNIDADES EXPERIMENTALES

En el área de estudio se marcaron las 30 unidades experimentales para lo cual se utilizaron estacas de caña guadua, piola de nylon, cinta métrica. El propósito fue dejar alineado el marco de plantación.

3.14.4. SIEMBRA

La siembra se la realizó de forma manual en las horas de la mañana con el propósito de evitar el stress de la planta, utilizando un distanciamiento de siembra de 1 m entre las hileras y 0.5 m entre planta, depositando una vareta por sitio con tres yemas enterradas en el suelo, la cual tuvo 20 cm de longitud,

el diámetro de las estaquillas se ajustara a una sola dimensión con el fin de homogenizar el material experimental, el corte de la vareta se lo realizó de forma recta, introduciéndola al suelo al momento de la siembra, con un suelo en capacidad de campo.

3.14.5. CONTROL DE MALEZA

La aplicación se realizó previo a la siembra, de forma química, utilizando un producto químico sistémico (glifosato) con una dosis de 150cm³ por bomba de 20 litros de producto y un pre emergente 100cm³, el objetivo fue eliminar las malezas existentes en el área de estudio, y evitar su nueva proliferación; luego a los 20 días se aplicó un paracuat (gramoxone,) 200cm³ por bomba de 20 litros de producto para eliminar la maleza, se realizaron controles manuales cuando se observaba presencia de malezas.

3.14.6. FERTILIZACIÓN

La aplicación de fertilizante se la realizó a los 15 días después del trasplante, utilizando un fertilizante compuesto 10 – 30- 10 + sulfato de amonio, la aplicación se hizo de forma líquida a razón de 100cm³/planta, el propósito fue de estimular el desarrollo de la planta, ya que aparecieron plagas en el cultivo.

3.14.7. RIEGO

Se lo realizó tomando como referencia un diseño agronómico, en el cual se calculó la lámina a aplicar al cultivo durante los meses de siembra, considerando los factores (clima, suelo, planta). El riego a las plantas se lo realizó utilizando cintas de riego (goldendrip) autocompesada con una distancia entre emisor de 20 cm, y caudal de 1,2 L/h por cada emisor, con una presión de 1 bar, y localizando 5 emisores por dos plantas.

El riego se lo comenzó aplicar una semana antes de la siembra, con el fin de controlar las malezas, tener el suelo a capacidad de campo para el trasplante, además de ser la parte fundamental del ensayo, siendo el objeto de estudio las frecuencias de riego, las cuales se realizaron cada 24 horas, 48 horas, y 72 horas.

La cantidad de agua aplicada al cultivo por tratamiento fue de 83112 cm³ con un total de 249.336 cm³ de agua utilizada durante toda la fase del cultivo.

3.14.8. CONTROL DE INSECTOS PLAGAS

Para el control de insectos, plagas en el cultivo de camote que presentan problemas fitosanitarios, se aplicó un insecticida traslaminar como Imidalac en dosis de 1 ml/L de agua con bomba de mochila, sobre el follaje de la planta, para el combate de mosca blanca (*Bemisia Tabacia*).

3.14.9. PODA

La poda se la efectuó a los 86 días de la siembra del cultivo, con el propósito de evaluar la cantidad de biomasa fresca por cada tratamiento e incentivar a la planta al desarrollo de los tubérculos, ya que fue la única vez que se evaluó esta variable.

3.14.10. COSECHA

Se la realizó de forma manual a los 116 días de la siembra del cultivo, utilizando herramientas como: un machete, con el cual, se eliminó la parte superior de la planta, para posteriormente, con una pala, extraer los tubérculos, para luego evaluar los datos correspondientes.

3.14.11. EVALUACIÓN DE LAS VARIABLES

Esta se inició después de la cosecha, seleccionando los tubérculos comerciales dentro de un rango de 0,3 a 1kg, y los no comerciales menores de 0,3 o mayores a 1kg del área útil. Luego contabilizarlos y determinar el número y peso por parcela, se comercializó la producción obtenida, para realizar análisis económico por tratamientos en estudio.

3.15. VARIABLES RESPUESTAS

3.15.1. PESO DE LOS TUBÉRCULOS KG/ PARCELA Y KG/HA

Utilizando una balanza se procedió a pesar los tubérculos de las 9 plantas evaluadas del área útil de cada parcela en el momento de la cosecha.

3.15.2. NÚMEROS DE TUBÉRCULOS COMERCIALES Y NO COMERCIALES KG/ PARCELA Y KG/HA

Se la realizó mediante el conteo directo de los tubérculos, se tomaron 9 plantas del área útil de cada parcela el 50 %, se efectuó durante la cosecha de los tubérculos.

3.15.3. PESO DE LOS TUBÉRCULOS COMERCIALES Y NO COMERCIALES KG/ PARCELA Y KG/HA

Se obtuvo el peso mediante la balanza de los tubérculos comerciales y no comerciales, para obtener el rendimiento por parcela, los datos fueron obtenidos del número de camote de las plantas evaluadas del área útil.

3.15.4. PESO DE BIOMASA FRESCA KG/ PARCELA Y KG/HA

La poda se la efectuó eliminando el follaje de los bordes del ensayo, dejando únicamente el del área útil. Usando una balanza y sacos se procedió a pesar esta variable para poder obtener el peso por parcela.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en esta investigación, permiten señalar que las frecuencias de riego evaluadas tuvieron influencia en el rendimiento agro productivo del cultivo de camote de la variedad guayaco morado, específicamente con mayor influencia en la variable, rendimiento en kg/planta, donde el tratamiento (T1) riego cada 24 horas presentó el mayor tratamiento con un promedio de 1,73 kg/plantas, seguido por el tratamiento (T2), riego cada 48 horas, con un promedio de 1,20 kg/plantas; y, por último, el tratamiento (T3), con un promedio de 0.92 kg/plantas; lo que muestra que las frecuencias de riego influyen sobre esta variable. Realizando comparaciones con (Delgado, W. Pincay, L. 2015) fueron mayores ya que ellos obtuvieron un promedio de rendimiento por planta de 1,23 kg, utilizando la misma variedad de camote y al mismo distanciamiento.

4.1. DETERMINACIÓN DE LA MEJOR FRECUENCIA DE RIEGO APLICADA AL CULTIVO DE CAMOTE GUAYACO MORADO

4.1.1. RENDIMIENTO TOTAL DE TUBÉRCULOS EN KG/PARCELAS

Para esta variable de acuerdo al análisis de varianza Tukey ($P < 0.05$) se encontró diferencias altamente significativas entre tratamientos, con una probabilidad del 0,66 %. Donde el tratamiento (T1), riego cada 24 horas presento el mayor rendimiento, 69,29 kg/ parcela, en relación a los tratamientos (T2) riego cada 48 horas, y (T3) riego cada 72 horas, los cuales no tuvo diferencias entre ambos.

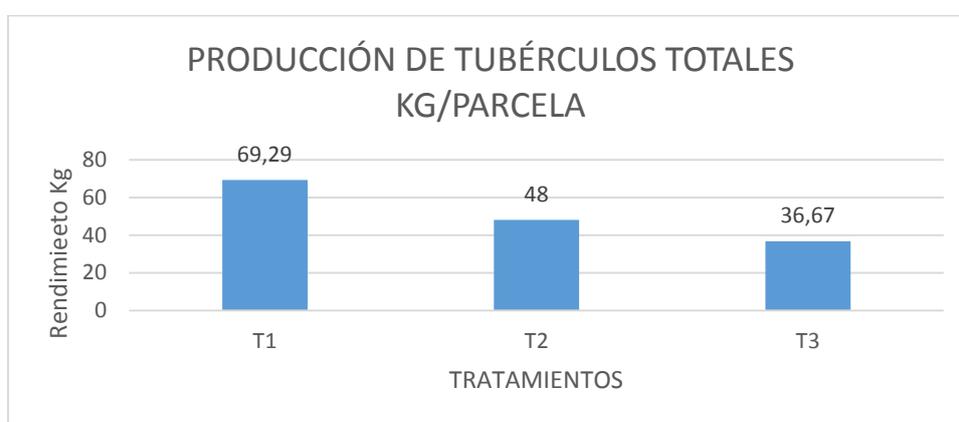
Realizando proyecciones a Hectáreas observamos un rendimiento de 34644,44 Kg mayores a los proyectados por (Cobeña *et al.* 2011), que fueron de 18428.57 kg por ha. Y comparados con (Loor, J. 2015) fueron menores ya que el obtuvo un rendimiento de 38990,46 a kg /ha, debido a que utilizó un distanciamiento de 1 x 0,80 m, diferente al aplicado en este ensayo.

Cuadro 4.1. Valores promedios de las variables totales del rendimiento de tubérculos.

Riego	Kg/Parcela	Kg/Ha
T1 24 horas	69,29 a	34644,44 a
T2 48 horas	48,0 b	24000,00 b
T3 72 horas	36,67 b	18333,33 b

Probabilidad 0,66%

*área de parcela de 20m²

Gráfico 4.1. Estudio de tres frecuencias de riego por goteo sobre la producción de camote (*Ipomoea batatas*. L) en el valle del Río Carrizal.

FUENTE: GANCHOZO, J y ROSADO, S. 2015.

4.1.2. PESO DE TUBÉRCULOS COMERCIALES EN KG/PARCELA

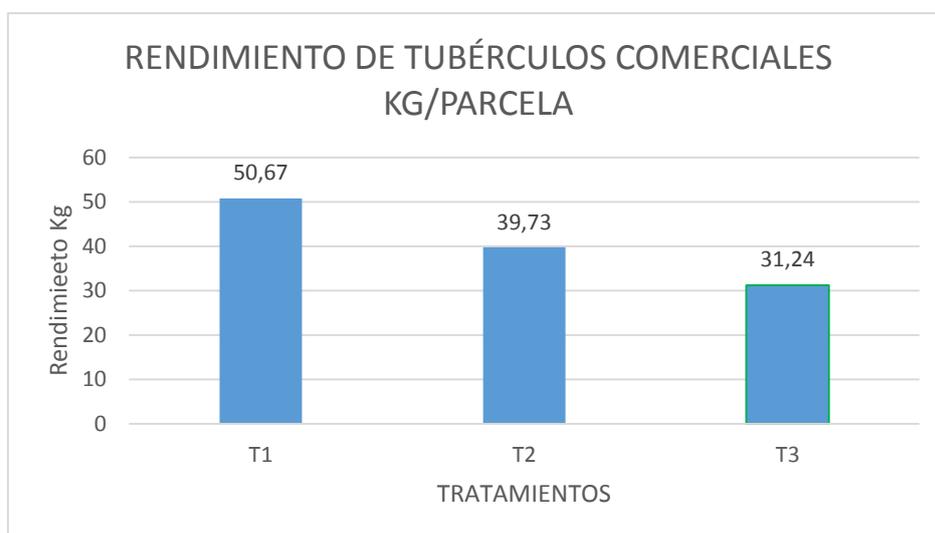
En esta variable de acuerdo al análisis de varianza Tukey ($P < 0.05$) se encontró diferencias altamente significativas entre el primer tratamiento (T1) riego cada 24 horas con los demás tratamientos, obteniendo un rendimiento de tubérculos comerciales de 50,67 Kg/parcela, el tratamiento (T3) riego cada 72 horas, mostro un rendimiento de 39,73 Kg/parcela. Y el tratamiento (T2) riego cada 48 horas se alcanzó un rendimiento de 31,24 Kg/parcela, con un índice de probabilidad del 0,50%.

Cuadro 4.2. Valores promedios de las variables totales del rendimiento tubérculos comerciales.

Riego	Kg/Parcela	Kg/Ha
T1 24 horas	50,67 a	25333,33 ^a
T2 48 horas	39,73ab	19866,67ab
T3 72 horas	31,24b	15622,22b

Probabilidad 0,50

*área de parcela de 20m²

Gráfico 4.2. Estudio de tres frecuencias de riego por goteo sobre la producción de camote (Ipomoea batatas. L) en el valle del Río Carrizal.

FUENTE: GANCHOZO, J y ROSADO, S. 2015.

4.1.3. PESO DE TUBÉRCULOS NO COMERCIALES EN KG/PARCELA

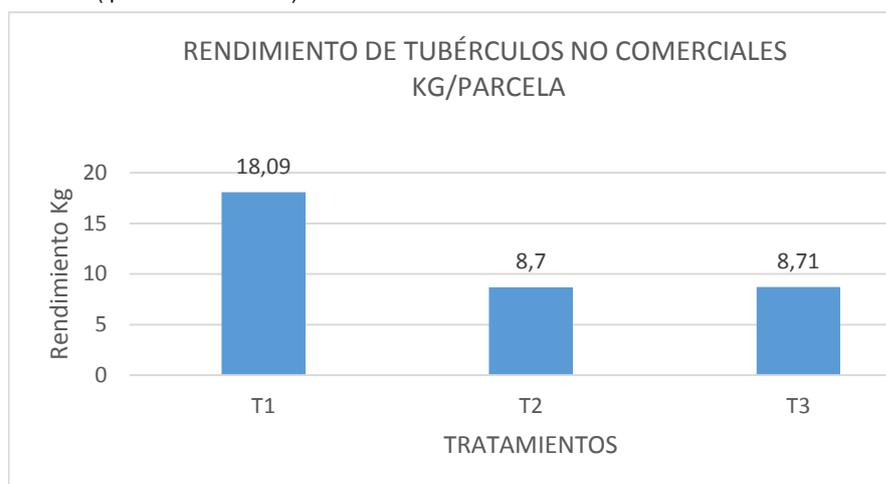
En esta variable de acuerdo al análisis de varianza Tukey ($P < 0.05$) se encontró diferencias altamente significativas entre el primer tratamiento con los demás tratamientos, en el (T1) riego cada 24 horas se obtuvo un rendimiento 18,09 Kg/parcela de tubérculos no comerciales, y entre los tratamientos (T2) riego cada 48 horas con un rendimiento de 8,76 Kg/parcela de camotes no comerciales y (T3) riego cada 72 horas con un rendimiento de 8,71 Kg/parcela no se encontraron diferencias significativas entre dos estos tratamientos.

Cuadro 4.3. Valores promedios de las variables totales del rendimiento de tubérculos no comerciales.

Riego	Kg/Parcela	Kg/Ha
T1 24 horas	18,09a	9044,45 ^a
T2 48 horas	8,76b	4477,78b
T3 72 horas	8,71b	4355,56b

Probabilidad 0,62

*área de parcela de 20m²

Gráfico 4.3. Estudio de tres frecuencias de riego por goteo sobre la producción de camote (*Ipomoea batatas*. L) en el valle del Río Carrizal.

FUENTE: GANCHOZO, J y ROSADO, S. 2015.

4.1.4. RENDIMIENTO DE BIOMASA FRESCA KG/PARCELA

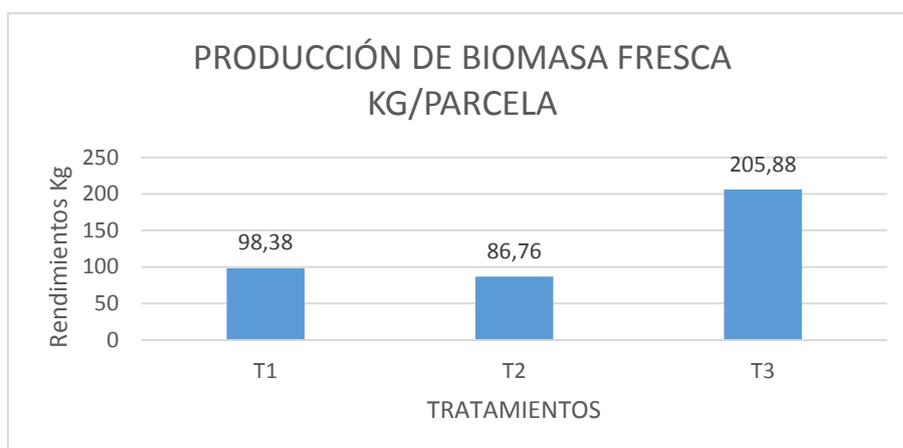
De acuerdo al ADEVA, hay diferencias estadísticas entre los tratamientos (T3) con los demás. Mediante la prueba de Tukey al 5%, en el (T3) riego cada 72 horas con un rendimiento de 205,88 kg/ parcela de biomasa fresca, pero entre los tratamientos (T1) riego cada 48 horas con un rendimiento de 98,38 kg/ parcela y (T2) riego cada 48 horas con un rendimiento de 86,76 kg/ parcela de biomasa fresca; no mostrando diferencias significativas entre estos dos tratamientos. Realizando la proyección de kg de biomasa fresca obtenemos un rendimiento de 102940,00, superando a los obtenidos por (Cobeña *et al.* 2011), que fueron de 45714.29 KG/ ha, teniendo en cuenta que se realizó una sola medición de esta variable a los 100 días en comparación con la que menciona el mismo autor, que realizó a los 120 y 140 días.

Cuadro 4.4. Valores promedios de las variables totales del rendimiento de biomasa fresca.

Riego	Kg/Parcela	Kg/Ha
T3 72 horas	205,88 ^a	102940,00 ^a
T1 24 horas	98,38 ^b	49188,89 ^b
T2 48 horas	86,76 ^b	43380,00 ^b

Probabilidad 0,89

*área de parcela de 20m²

Gráfico 4.4. Estudio de tres frecuencias de riego por goteo sobre la producción de camote (*Ipomoea batatas*. L) en el valle del Río Carrizal.

FUENTE: GANCHOZO, J y ROSADO, S. 2015.

4.1.5. NÚMERO DE TUBÉRCULOS COMERCIALES POR PARCELA

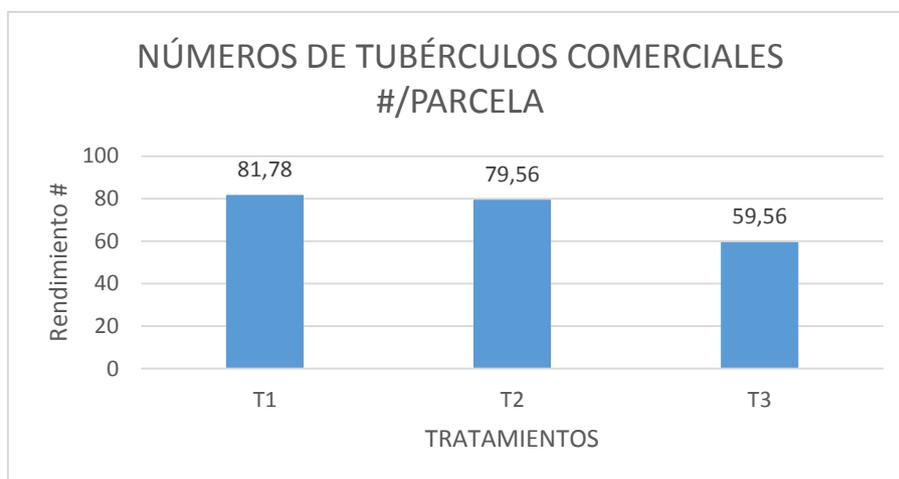
Con respecto a esta variable no se encontró diferencias significativas entre tratamientos de acuerdo al análisis de varianza Tukey ($P < 0.05$) con un índice de probabilidad del 0,32%. Pero se evidencia que el tratamiento (T1) riego cada 24 se horas obtuvo un número de 81,78 tubérculos comerciales por parcelas, comparado con (Cobeña *et al.* 2011), que obtuvieron un promedio de 49 tubérculos comerciales evaluados en 24 plantas que proyectados a hectáreas es de 40833,33 kg, utilizando el mismo distanciamiento de siembra, siendo menor su rendimiento.

Cuadro 4.5. . Valores promedios de las variables totales de los números de tubérculos comerciales.

Riego	#/Parcela	#/Ha
T1 24 horas	81,78 ^a	40888,89 ^a
T2 48 horas	79,56 ^a	39777,78 ^a
T3 72 horas	59,56 ^a	29777,78 ^a

Probabilidad 0,32

*área de parcela de 20m²

Gráfico 4.5. . Estudio de tres frecuencias de riego por goteo sobre la producción de camote (*Ipomoea batatas*. L) en el valle del Río Carrizal.

FUENTE: GANCHOZO, J y ROSADO, S. 2015.

4.1.6. NÚMERO DE TUBÉRCULOS NO COMERCIALES POR PARCELA

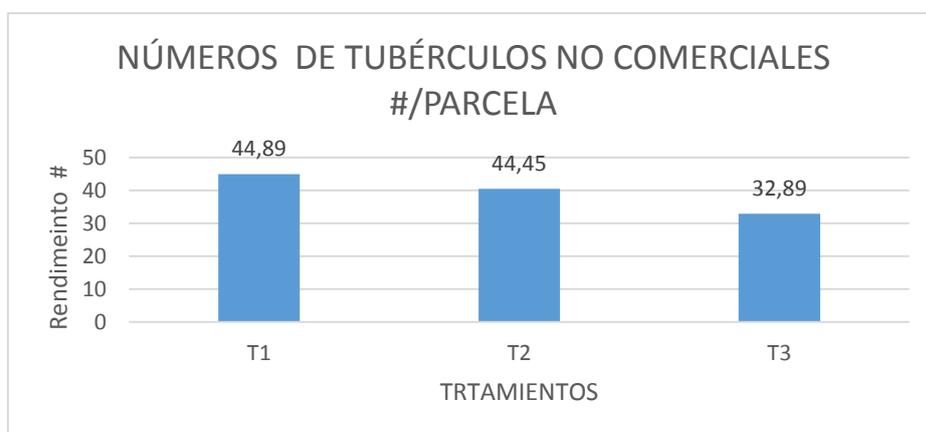
En esta variable no se encontró diferencias significativas entre tratamientos de acuerdo al análisis de varianza Tukey ($P < 0.05$) con un índice de probabilidad del 0,35 %, en el cual observamos que el tratamiento (T1) riego cada 24 horas, obtenemos un número de 44,89 tubérculos no comerciales por parcela, muy a la par del (T2) con número de 40,45 tubérculos no comerciales por parcela. Comparado con (Cobeña *et al.* 2011), que obtuvieron un promedio de 71 tubérculos no comerciales evaluados en 24 plantas que proyectados a hectáreas es de 59166,67 kg, utilizando el mismo distanciamiento de siembra siendo el de mencionado autor mayor.

Cuadro 4.6. Valores promedios de las variables totales de los números de tubérculos no comerciales.

Riego	#/Parcela	#/Ha
T1 24 horas	44,89 ^a	12244,45a
T2 48 horas	40,45 ^a	20222,22a
T3 72 horas	32,89 ^a	16444,45a

Probabilidad 0,37

*área de parcela de 20m²

Gráfico 4.6. . Estudio de tres frecuencias de riego por goteo sobre la producción de camote (Ipomoea batatas. L) en el valle del Río Carrizal.

FUENTE: GANCHOZO, J y ROSADO, S. 2015.

4.2. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LOS TRATAMIENTOS EN ESTUDIO EN BASE A LOS INGRESOS DEL CULTIVO

4.2.1. ANÁLISIS ECONÓMICO

Los antecedentes de costos variables y beneficios netos de cada uno de los tratamientos señalan como mejor alternativa económica al tratamiento T1 (riego cada 24 horas) con una tasa de retorno marginal de 1,16, es decir que por cada dólar invertido se tiene una recuperación de \$1,16. (Cuadro 4.8).

Cuadro 4.7. Cálculo del presupuesto parcial de la investigación: Estudio de tres frecuencias de riego por goteo sobre la producción de camote (*Ipomoea batatas*. L) en el valle del Río Carrizal.

Tratamientos	Rendimiento promedio (kg/ha.)	Rendimiento ajustado (-10%) (Kg/ha.)	Beneficio bruto (USD/ha.)	Costo variables (USD/ha.)	Beneficio neto (USD/ha.)
1. (T1)Riego Cada 24 Horas	34644,44	31180,00	12472,00	1700,00	10772,00
2.(T2) Riego Cada 48 Horas	24000,00	21600,00	8640,00	1120,00	7520,00
3.(T3)Riego Cada 72 Horas	18333,33	16500,00	6600,00	930,00	5670,00

Precio de campo

0,4

USD/kg

4.2.2. ANÁLISIS DE TASA DE RETORNO MARGINAL

Cuadro 4.8. Análisis de retorno marginal de tratamientos no dominados en el Estudio de tres frecuencias de riego por goteo sobre la producción de camote (*Ipomoea batatas*. L) en el valle del Río Carrizal.

Nº	Tratamientos	Beneficio bruto (USD/ha)	Costo variables totales (Unid/ha)	Beneficio neto (USD/ha)	TRM
1	1. (T1)Riego Cada 24 Horas	12472,00	1700,00	10772,00	1,16
2	2.(T2) Riego Cada 48 Horas	8640,00	1120,00	7520,00	1,1

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en este trabajo de investigación podemos concluir:

- El tratamiento 1, riego cada 24 horas, obtuvo una diferencia estadística en relación a los demás tratamientos, sobresaliendo por su mayor rendimiento en kg /ha y en producción de números tubérculos de camote.
- El tratamiento 1 reflejó la mejor expectativa económica, por presentar una excelente tasa de retorno marginal.

5.2. RECOMENDACIONES

- Aplicar la frecuencia de riego cada 24 horas utilizando cintas de riego ya que además, de ser el mejor tratamiento evaluado se puede aplicar directamente a las raíces de la planta y ayuda a optimizar el recurso hídrico.
- Realizar estudios para evaluar los días de cosecha del cultivo de camote guayaco morado, considerando que la cosecha se la realizó a los 116 días.
- Experimentar frecuencias de riego en otras variedades de camote y diferentes tipos de suelo.

BIBLIOGRAFÍA

Aguilera, M. Y Martínez, E. Relaciones agua suelo planta atmósfera, Universidad Autónoma Chapingo, México, 1996, 256 p. citado por Palacios, A. Rodríguez, M. Barajas, G.2011.

Araucarias 2005. Densidad aparente. (En línea). Consultado, 21 de Abr. 2015. Formato HTML. Disponible en: <http://araucarias.blogspot.com/2005/09/densidad-aparente.html>.

Benavides, r. 2011. El camote valor nutricional y sus usos en la repostería. Ecuador. (En línea). Consultado, 21 de abr. 2014. Formato PDF. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/1219/1/06%20GAS%20008%20TITULO%20DE%20LA%20TESINA.pdf>

Bravo, T. Mieles, J. Velasco, A. Vera, M. 2008. Diseño, cálculo e instalación de un sistema de riego para la cancha de fútbol del complejo deportivo de la Universidad Técnica de Manabí del Cantón Portoviejo. Tesis agrícola.

Bonilla, C. 2009. MANUAL DEL CULTIVO DE CAMOTE. Proyecto de Desarrollo de la Cadena de Valor y Conglomerado Agrícola. (En línea). Consultado, 21 de Abr. 2015. Formato PDF. Disponible en: <http://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENF01B715.pdf>

Boris, L. Martínez, M. López, M. Rodríguez, L. Ardon, C. Rodríguez, I. Posas, F. Vásquez, M. 2013. Manual de manejo del cultivo de camote. Honduras. (En línea). Consultado, 21 de Abr. 2015. Formato PDF. Disponible en: http://www.pymerural.org/docs/manual_camote_11-12-13.pdf?url=/camote

Caamal, 2003. Instituto tecnológico superior de calkini en el estado de Campeche producción agrícola (En línea). Consultado, 21 de Abr. 2015. Formato PDF. Disponible en: www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos

Casaca, D. 2005. Cultivo de camote. Guía tecnológicas de frutas y vegetales. Costa Rica. (En línea). Consultado, 21 de Abr. 2015. Formato PDF. Disponible en:

http://www.agrifoodgateway.com/drupal/sites/default/files/articles/EI_Cultivo_del_Camote.pdf

Castañón G. 2000. Ingeniería del Riego —Utilización Racional del Aguall. Thomson Editores Spain. Madrid-España. Consultado, 21 de Abr. 2015

Cruz C. 2009. Sistemas de riego. Conceptos básicos de riego. (En línea). Consultado, 21 de Abr. 2014. Formato PDF. Disponible en: http://www.cadenahortofruticola.org/admin/tecno/23sistemas_de_riego_colpозos.pdf

Delgado, W.Pincay, L.2015. Respuesta Productiva De Cuatro Variedades De camote (Ipomea Batatas L.) Bajo Diferentes Distanciamientos De Siembra En El Valle Del Rio Carrizal. Consultado 10 de mayo del 2015. En Línea
<Http://Repositorio.Espam.Edu.Ec/Xmlui/Handle/123456789/1129>

Doorenbos y Pruit, 1997. FAO. (Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación) transferencia de sistemas de riego. Consultado, 21 de Abr. 2015.

Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí. Manuel Félix López (ESPAM MFL). 2012. Manual del sistema de Investigación Institucional. 2a ed. Ecuador. 90 p.

EEDH (Estación Experimental Donoso Huaral). 2010. Cuatro nuevas variedades de camote para el peru. (En línea). Consultado, 21 de Abr. 2015. Formato PDF. Disponible en: <ftp://ftp.cgiar.org/cip/DIV1/wpradel/NARS%20reports%20and%20video%20Agrosalud/Variedades%20de%20camote%20Peru.pdf>

FAO. (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION). 2006. (En línea). Consultado, 21 de Abr. 2015. Formato htm. Disponible en: <http://www.fao.org/inpho/content/documents/vlibrary/AE620s/Pfrescos/CAMOTE.HTM>

FAO. (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION).2006. Ficha Técnica Camote. (En línea). Formato HTML. Disponible en: http://www.fao.org/inpho_archive/content/documents/vlibrary/ae620s/pfrescos/CAMOTE.HTM

- Fuentes, J. 2003 Técnicas de Riego. Ministerio de Agricultura y Pesca. ed. por Mundi-prensa. Madrid Es. v 4 p 235-279. Consultado, 21 de Abr. 2015.
- Gutiérrez, A. 2010. Manual de Riegos y Fertirrigación. Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería Agronómica. 80p. Citado por Solís, M. 2011.
- Holzapfel, E. Sandoval, J. Varas, E. Sf. Riego Por Surcos. (En línea). Consultado, 21 de Abr. 2015. Formato PDF. Disponible en: <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/seriesinia/NR08947.pdf>
- INFOAGRO. 2014. (INFORMACIÓN AGROPECUARIA). El cultivo de la batata (En línea). Consultado, 25 de Abr. 2015. Formato HTML. Disponible en: <http://www.infoagro.com/hortalizas/batata.htm>
- Jadan, A. 2011. Obtencion Del Bioalcohol a Partir Del Extracto Del Camote España. (En línea). Consultado, 21 de Abr. 2015. Formato PDF. Disponible en: <http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/bitstream/28000/324/1/T-SENECYT-0094.pdf>
- Loor, J. 2015. Potencial Agro productivo De Variedades De Camote (Ipomea Batatas L.) Para El Valle Del Rio Carrizal. Jorge Javier Loor Delgado. Ecuador Consultado El 10 De Mayo Del 2015. En línea. <http://repositorio.espam.edu.ec/xmlui/handle/123456789/1110>
- Losada, A. 1988. El Riego Fundamentos hidráulicos. Mundi-Prensa. España. Citado por Bravo, T. Mieles, J. Velasco, A. Vera, M. 2008
- Macas, C. 2010. Estudio del camote, usos, aplicaciones y propuesta gastronómica. Ecuador. Consultado, 21 de Abr. 2015. Formato doc.
- Macias, C. 2010. Caracterización morfológica, agronómica, molecular y química de germoplasma de camote (ipomoeabatatas l.) Para consumo humano y animal en la provincia de Manabí. Tesis Ing. Agropecuario UNESUM. Jipijapa. Manabí.

- _____. C., Cobeña G: Álvarez H., Castro L. Cárdenas F. 2012. Caracterización agronómica de germoplasma de camote (Ipomoea batatas L.) EN MANABÍ. Revista ESPAM-Ciencia. Vol.
- Medina, J. 2005. El riego. . (En línea). Consultado, 21 de Abr. 2015. Formato PDF. Disponible en: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lec/fernandez_r_r/capitulo1.pdf
- Medranda, D; Loor R. 2011. Capacitación en riego para estudiantes de ingeniería agrícola y profesionales de la provincia de Manabí. Tesis. Ing. Agrícola. U.T.M. Portoviejo-Manabi.EC.). Consultado, 21 de Abr. 2015.
- Morabito, J. Salatino, S. Angella, G. Prieto, D. 2008. Evaluación de campo al riego de los agricultores: casos prácticos y ventajas para la difusión de la tecnología apropiada; asesoramiento a los regantes para la modernización de los regadíos y su ambientalidad. Guatemala. (En línea). Consultado, 21 de Abr. 2015. Formato PDF. Disponible en: http://ceer.isa.utl.pt/cyted/2008/guatemala/cursos/Curso13-JMorabito_DPrieto.pdf
- Pachacama, V. 2012. Evaluación De Cuatro Láminas De Agua De Riego En El Manejo Del Cultivo De Fréjol Arbustivo (Phaseolus vulgaris L.) Variedad Cargabello, En Guayllabamba. Tesis Ing. Agropecuario
- Palacios, A. Rodríguez, M. Barajas, G. 2011. Tratamiento electrostático (ESP) del AGUA PARA RIEGO. Consultado, 21 de Abr. 2015.
- Porta, J; López, M. Roquero, C. 2003. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. Ediciones mundi prensa. Barcelona .ES. v 3 p 51, 97. Consultado, 21 de Abr. 2015.
- Rodas, H. Cisneros, P. 2000. PRINCIPIOS DE RIEGO POR GOTEO. (En línea). Consultado, 21 de Abr. 2015. Formato doc. Disponible en: www.agrifoodgateway.com
- Rodríguez F. 1982. Riego por Goteo. AGT Editor. Impreso y hecho en México. Consultado, 21 de Abr. 2015. Citado por Pachacama, V. 2012

- Solís, M. 2011. "Evaluación De Tres Láminas Y Dos Frecuencias De Fertirriego, Aplicadas Por El Método De Goteo Localizado En El Cultivo De Fresa (Fragaria Vesca) En La Provincia De Tungurahua" Tesis Ing agropecuario. Consultado, 21 de Abr. 2015.
- Shock, C. Welch, T, 2013. Técnicas para la agricultura sostenible. El riego por goteo: Una introducción. (En línea). Consultado, 21 de Abr. 2015. Formato PDF. Disponible en: <https://ir.library.oregonstate.edu/xmlui/bitstream/handle/1957/37462/em8782-S.pdf>
- SwissContact 2011. Fundación Suiza para la Cooperación Técnica/ Creamos oportunidades-ECUADOR., (En línea). Consultado, 21 de Abr. 2015. Disponible en [http://\(www.swisscontact.org.ec/site/swiss/index.php?navid=6...1\)SWISSCONTA](http://(www.swisscontact.org.ec/site/swiss/index.php?navid=6...1)SWISSCONTA).
- Thompson, L. y Troeh, F. 2002. Los suelos y su fertilidad. Reverti. 4 ed. Barcelona. Es. p 101- 102. (En línea). Consultado, 21 de Abr. 2015. Formato PDF. Disponible en: <http://books.google.com.ec/book?id=capacidad de campo>.
- Valdivia, R. 2010. Manejo Agronómico del Cultivo de Camote en Nicaragua. (En línea). Consultado, 21 de Abr. 2015. Formato PDF. Disponible en: http://www.a4n.com.sv/uploaded/mod_documentos/MANEJO%20AGRO OMICO%20DEL%20CULTIVO%20DE%20CAMOTE.pdf
- Yañez, V. s.f. Aislamiento y caracterización de marcadores moleculares microsatelites a partir de la construcción de librerías genómicas enriquecidas de camote (ipomea batatas (l.) lam). (En línea). Consultado, 21 de Abr. 2015. Formato PDF. Disponible en: http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/tesis/basic/Ya%C3%B1ez_A_V/antece.pdf

ANEXOS

ANEXO 1. DISEÑO AGRONÓMICO.

RESULTADOS DE DISEÑO AGRONÓMICO REALIZADO PARA EL CULTIVO DE CAMOTE

Etapas/ mes de cultivo	Lamina mm	Minutos	Días frecuencia
Septiembre I	1.80	35.40	1.49
Octubre II	1.77	30.40	0.26
Noviembre III	1.80	30.85	2.10
Diciembre IV	1.80	30.85	0.41

MÉTODO DE LA CUBETA EVAPORIMÉTRICA

Eto = evapotranspiración del cultivo de referencia expresado en mm/ día.

Kp = coeficiente de la cubeta, que depende del tipo de cubeta, del clima y del medio que circunda a la cubeta.

Ep = evaporación de la cubeta expresado en mm/ días, representa el valor medio diario del periodo considerado.

Mes	Precipitación mm / mes	Evaporación mm / mes
Septiembre	0	153.7
Octubre	4.3	146.4
Noviembre	1.1	123.8
diciembre	21.7	121.9

$$Ep = \frac{\text{suma de } Ep \text{ diarias durante el mes}}{\text{numero de días en el mes}}$$

$$Ep. \text{ Sept} = \frac{153.7}{30} = 5.12 \text{ mm/ días}$$

$$Ep. \text{ Oct} = \frac{146.4}{31} = 4.72 \text{ mm/ días}$$

$$Ep. \text{ Nov} = \frac{123.8}{30} = 4.12 \text{ mm/ días}$$

$$Ep. \text{ Dic} = \frac{121.9}{31} = 3.93 \text{ mm/ días}$$

$$Eto = Kp * Ep$$

$$Eto \text{ Sept} = 0.85 * 5.12 = 4.35 \text{ mm/ días}$$

$$Eto \text{ Oct} = 0.85 * 4.72 = 4.01 \text{ mm/ días}$$

$$Eto \text{ Nov} = 0.85 * 4.12 = 3.50 \text{ mm/ días}$$

$$Eto \text{ Dic} = 0.85 * 3.93 = 3.34 \text{ mm/ días}$$

MÉTODO DE BLANEY CRIDDLE

Mes	Temperatura			Precipitación mm/mes	Horas sol día	Evaporación mm/mes	Humedad relativa %
	max	min	med				
Sept	30.7	21.0	25.9	0	132.6	153.7	83
Oct	29.3	21.0	25.2	4.3	90.6	143.4	85
Nov	30.5	21.1	25.8	1.1	84.6	123.8	83
Dic	29	26.3	27.7	21.7	150.1	121.9	75

P= 0.27 posición geográfica

F=p (0.46*T+8.13)

F= Sept = 0.27 (0.46*25.9+8.13)= 5.24 mm/ día

F= Oct = 0.27 (0.46*25.2+8.13)= 5.32 mm/ día

F= Nov = 0.27 (0.46*25.8+8.13)= 5.64 mm/ día

F= Dic = 0.27 (0.46*25.7+8.13)= 5.64 mm/ día

N = horas sol

n = tabla 2 posición geográfica

Sept = $\frac{132.6}{12.1} = 10.96$

Oct = $\frac{90.6}{12.1} = 7.49$

Nov = $\frac{84.6}{12.1} = 6.99$

Dic = $\frac{150.1}{12.1} = 12.40$

Etapas	I	II	III	IV
Días de duración	10	55	8	59
k/c	0.75	0.88	0.86	0.73

Et—fases = eto * Kc * tiempo de cada etapa

Balance hídrico = et fases – precipitación del mes

Et sept---fase I= 4.35 mm/día*0.75*10 días = 32.63 mm/mes

BH sept ----fase I= 32.66 mm/mes – 0 =32.63 mm/mes /30 = 1.09 mm

Et oct---fase II= 4.01 mm/día*0.88*55 días = 194.8 mm/mes

BH oct--- fase II= 194.8 mm/mes -4.3 =189.78 mm/mes /31 = 6.12 mm

Et nov---fase III= 4.50 mm/día*0.86*8 días = 24.08 mm/mes

BH nov---fase III= 24.8 mm/mes -1.1 =22.98 mm/mes /30 = 0.77 mm

Et dic—fase IV= 3.34 mm/día*0.73*59 días = 143.85 mm/mes

BH dic ---fase IV= 143.85 mm/mes -21.7 =122.15 mm/mes /31 = 3.94 mm

CÁLCULO DETALLADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS AGRONÓMICOS

Etapas	I	II	III	IV
Días de duración	10	55	8	59
k/c	0.75	0.88	0.86	0.73

Cálculo del Eto mensual y diario

$$\text{Eto} = K_p * E_p$$

$$\text{Eto Sept} = 0.85 * \frac{5.12}{30} = 0.15 \text{ mm /dias} = 4.352 \text{ mm/mes}$$

$$\text{Eto Oct} = 0.85 * \frac{4.72}{31} = 0.13 \text{ mm /dias} = 4.012 \text{ mm/mes}$$

$$\text{Eto Nov} = 0.85 * \frac{3.93}{30} = 0.12 \text{ mm /dias} = 3.502 \text{ mm/mes}$$

$$\text{Eto Dic} = 0.85 * \frac{3.93}{31} = 0.11 \text{ mm /dias} = 3.341 \text{ mm/mes}$$

CÁLCULO DE LA PRECIPITACIÓN EFECTIVA

Cuando P es superior a 75 mm, la precipitación efectiva (Pe) se puede calcular mediante la fórmula: $P = 0.8P - 25$

Cuando P es inferior a 75mm, se aplica la fórmula: $P = 0.6 P - 10$

En el mes de Sept $P = 0,6 (0) - 10 P = -10 \text{ mm}$

En el mes de Oct: $P = 0,6 (4.3) - 10 P = -7.42 \text{ mm}$

En el mes de Nov: $P = 0.6 (1.1) - 10 P = -9.34 \text{ mm}$

En el mes de Dic: $P = 0.6 (21.7) - 10 P = -3.02$

CARACTERÍSTICAS DE LOS DATOS DEL ANÁLISIS DE SUELO.

Cc = capacidad de campo

Cc = 22 mm

Pm = punto de marchitez

Pm = 13 mm

Fa = Fracción de agotamiento

Fa = 0.30

Profundidad de raíces

P raíces = 0.60

Agua disponible

Ad = Cc - Pm

Ad = 22 mm - 13mm = 9 mm

Reserva de agua disponible

Ra = Ad * P raíces

Ra = 9 mm * 0.60 m = 5.4 mm

Reserva de agua fácilmente disponible

R.fd = Rad * Fa

$$R.f.d = 5.4 \text{ mm} * 0.30 = 1.62 \text{ mm}$$

INTERVALOS DE RIEGOS.

$$I_r = \frac{\text{reserva facilmente disponible}}{E_t (\text{cultivo}) \text{diario}}$$

$$I_r \text{ Sept I} = \frac{1.62 \text{ mm}}{1.09} = 1.49$$

$$I_r \text{ Oct II} = \frac{1.62 \text{ mm}}{6.12} = 0.26$$

$$I_r \text{ Nov III} = \frac{1.62 \text{ mm}}{0.77} = 2.10$$

$$I_r \text{ Dic IV} = \frac{1.62 \text{ mm}}{3.94} = 0.41$$

DOSIS NETA AJUSTADA.

Dn ajustada = E_t * intervalos

$$\text{Dn ajustada Sept I} = 1.09 \text{ mm} * 1.49 = 1.62 \text{ mm}$$

$$\text{Dn ajustada Oct II} = 6.12 \text{ mm} * 0.26 = 1.59 \text{ mm}$$

$$\text{Dn ajustada Nov III} = 0.77 \text{ mm} * 2.10 = 1.62 \text{ mm}$$

$$\text{Dn ajustada Dic IV} = 3.94 \text{ mm} * 0.41 = 1.62 \text{ mm}$$

EFICIENCIA DEL SISTEMA DE RIEGO.

Riego por goteo eficiencia del 90%

$$D_t \text{ ajustada Sept I} = \frac{1.62}{0.90} = 1.80 \text{ mm}$$

$$D_t \text{ ajustada Oct II} = \frac{1.59}{0.90} = 1.77 \text{ mm}$$

$$D_t \text{ ajustada Nov III} = \frac{1.62}{0.90} = 1.80 \text{ mm}$$

$$D_t \text{ ajustada Dic IV} = \frac{1.62}{0.90} = 1.80 \text{ mm}$$

TIEMPOS DE RIEGO

Con un sistema de goteo con una emisor de un caudal de 3.5 L/h

Septiembre

Primera etapa el cultivo necesita 1.80 mm

60 minutos 3.5 L/h

$$X \quad 1.80 \text{ mm} \quad = 30.85 \text{ minutos}$$

Octubre

Segunda etapa el cultivo necesita 1.77 mm

60 minutos 3.5 L/h

$$X \quad 1.77 \text{ mm} \quad = 30.34 \text{ minutos}$$

Noviembre

Tercera etapa del cultivo necesita 1.80 mm

60 minutos

3.5 L/h

X

1.80 mm

= 30.85 minutos

Diciembre

Cuarta etapa del cultivo necesita 1.80 mm

60 minutos

3.5 L/h

X

1.80 mm

= 30.85 minutos

ANEXO 2 VALORES PROMEDIO DE LAS VARIABLES

Anexo 2-A Rendimiento en kg obtenido en el ensayo el Estudio de tres frecuencias de riego por goteo sobre la producción de camote (*ipomoea batatas. L*) en el valle del Río Carrizal.

TRATAMIENTOS	BLOQUES										Σ	X
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10		
T1	16,9	10,9	17,8	10,8	17,2	16,7	13,1	14,1	20	18,4	155,9	1,73
T2	11,6	10	9,2	7,1	9,2	7,9	16,2	13,2	8,3	15,3	108	1,20
T3	12,1	11,3	3	7,7	11,9	6,7	8	6,4	7,8	7,6	82,5	0,92
	40,6	32,2	30	25,6	38,3	31,3	37,3	33,7	36,1	41,3	346,4	

Anexo 2-B número de tubérculos comerciales obtenidos en el ensayo el Estudio de tres frecuencias de riego por goteo sobre la producción de camote (*ipomoea batatas. L*) en el valle del Río Carrizal.

TRATAMIENTOS	BLOQUES										Σ	X
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10		
T1	21	15	16	18	12	26	11	22	22	12	175	1,94
T2	23	16	17	18	16	12	25	16	17	19	179	1,99
T3	15	25	14	14	15	12	10	9	12	8	134	1,49
	59	56	47	50	43	50	46	47	51	39	488	

Anexo 2-C número de tubérculos no comerciales obtenidos en el ensayo el Estudio de tres frecuencias de riego por goteo sobre la producción de camote (*ipomoea batatas. L*) en el valle del Río Carrizal.

TRATAMIENTOS	BLOQUES										Σ	X
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10		
T1	7	4	9	7	16	16	8	13	14	7	101	1,12
T2	8	8	6	15	10	7	9	12	8	8	91	1,01
T3	6	10	8	5	7	6	8	12	4	8	74	0,82
	21	22	23	27	33	29	25	37	26	23	266	

Anexo 2-D rendimiento de biomasa kg obtenidos en el ensayo el Estudio de tres frecuencias de riego por goteo sobre la producción de camote (*ipomoea batatas. L*) en el valle del Río Carrizal.

TRATAMIENTOS	BLOQUES										Σ	X
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10		
T1	25,45	20,91	25,45	15,91	25,23	20,00	27,05	17,27	20,45	23,63	221,35	2,46
T2	22,27	26,36	22,27	28,41	19,32	10,91	13,86	15,00	16,36	20,45	195,21	2,17
T3	42,27	44,09	43,18	36,36	44,55	50,68	54,55	46,82	51,36	49,37	463,23	5,15
	89,99	91,36	90,90	80,68	89,10	81,59	95,46	79,09	88,17	93,45	879,79	

Anexo 2-E rendimiento de tubérculos comerciales obtenidos en el ensayo el Estudio de tres frecuencias de riego por goteo sobre la producción de camote (*Ipomoea batatas. L*) en el valle del Río Carrizal.

TRATAMIENTOS	BLOQUES										Σ	X
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10		
T1	14,4	9,3	12,4	8	9,1	13,7	6,6	11,4	14,2	14,9	114	1,27
T2	10,2	8,7	7,1	6,7	7,1	6,1	14,8	8,6	7,3	12,8	89,4	0,99
T3	9	10,1	8,7	6,6	8,2	5,6	4,9	4,6	7	5,6	70,3	0,78
	33,6	28,1	28,2	21,3	24,4	25,4	26,3	24,6	28,5	33,3	273,7	

Anexo 2-F Rendimiento de tubérculos no comerciales obtenidos en el ensayo el Estudio de tres frecuencias de riego por goteo sobre la producción de camote (*ipomoea batatas. L*) en el valle del Río Carrizal.

TRATAMIENTOS	BLOQUES										Σ	X
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10		
T1	2,5	1,6	4,2	2,8	8,1	3	6,5	2,7	5,8	3,5	40,7	0,45
T2	1,4	1,3	2,1	1,3	2,1	1,8	1,4	4,6	1	2,6	19,6	0,22
T3	3,1	1,2	1,8	1,1	3,7	1,1	3,1	1,8	0,8	2	19,7	0,22
	7	4,1	8,1	5,2	13,9	5,9	11	9,1	7,6	8,1	80	

ANEXO 3. COSTO DE PRODUCCION DEL CULTIVO DE CAMOTE

VARIEDAD	MORADO GUAYACO			
CLASE DE SEMILLA	MORADO	1 Ha		
SISTEMA DE SIEMBRA	DIRECTO			
NIVEL TECNOLÓGICO	MEDIO			
PERIODO VEGETATIVO	4 MESES			
FECHA DE COSTEO	Enero 2015			
ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	Nº DE UNIDAD	VALOR UNITARIO \$	COSTO TOTAL \$
I.- COSTOS DIRECTOS				
A. GASTOS DE CULTIVO				
1. Mano de Obra:				
1.1 Preparación de terreno				
- Rozo, tumba y quema	Jor.	3	10,00	30,00
- Maquinaria (arado, romplow, surcado)	Ha	1	80	240,00
- Alineamiento y hoyos	Jor.	3	10,00	30,00
1.1 Riego				
-Riego	Jor.	116	10,00	1160,00
1.2 Siembra				
- Preparación y distribución de varetas	Jor.	3	10,00	30,00
- Siembra de varetas	Jor.	3	10,00	30,00
1.3 Fertilización				
- 1er. Abonamiento	Jor.	5	10,00	50,00
1.4 Labores Culturales				
- 1er. Deshierbo	Jor.	4	10,00	40,00
- 2do. Deshierbo	Jor.	4	10,00	40,00
- 3er. Deshierbo	Jor.	4	10,00	40,00
1.5 Control Fitosanitario				
- Aplicación pesticidas	Jor.	8	10,00	80,00
1.6 Cosecha				
- Extracción de plantas	Jor.	10	10,00	100,00
- Recojo y selección	Jor.	5	10,00	50,00
- Encostalado y carguío	Jor.	5	10,00	50,00
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA		170		1940,00
2. Insumos:				
2.1 Semilla (varetas)	Saco	120	1,00	120,00
2.2 Fertilizantes (completo)				
- Urea	Kg.	100	0,35	35,00
- Fosfato Di Amónico	Kg.	100	0,50	50,00
- Cloruro de Potasio	Kg.	100	0,75	75,00
2.3 Pesticidas				
- Imidalac	Lt.	10	6,00	60,00
- Igram	Lt.	20	8,00	160,00
- Glifosato	Lt.	5	8,00	40,00
2.4 Riego				
-Cintas de riego	Rollo	10	140,00	1400,00
- Costo del agua para riego	Ha	4	7,00	28,00
SUB-TOTAL DE INSUMOS				1968,00

B. GASTOS GENERALES			
1. Imprevistos (10% gastos de cultivo)			390,8
SUB-TOTAL DE GASTOS GENERALES			390,8
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS			4298,80
II.- COSTOS INDIRECTOS			
A. Costos Financieros (0.92% C.D./mes)			158,20
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS			158,20
III.- COSTO TOTAL DE PRODUCCION			4457,00
IV.- VALORIZACION DE LA COSECHA			
A. Rendimiento Probable (kg./ha.)			36440
B. Precio Promedio de Venta (\$/.x kg.)			0,40
C. Valor Bruto de la Producción (\$/.)			14576,00
V.- DISTRIBUCION DE LA PRODUCCION			
A. Pérdidas y mermas (5% producción)	Kg.	1822	728,80
B. Producción Vendida (95% producción)	Kg.	34618	13847,20
C. Utilidad Neta Estimada			9390,20
VI.- ANALISIS ECONOMICO			
Valor Bruto de la Producción			14576,00
Costo Total de la Producción			4457,00
Utilidad Bruta de la Producción			10119,00
Precio Promedio Venta Unitario			0,40
Costo de Producción Unitario			0,12
Margen de Utilidad Unitario			0,28
Utilidad Neta Estimada			9390,20
Índice de Rentabilidad (%)			211

ANEXO 4. FICHAS COMPLEMENTARIAS

71

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA AGROPECUARIA DE
MANABI "MANUEL FÉLIX LOPEZ"

CARRERA DE AGRÍCOLA

LABORATORIO DE ANÁLISIS FÍSICO DE SUELO

REPORTE DE ANÁLISIS FÍSICO DE SUELO

MUESTR A	Profundidad	Da	Textura %			Clase textural	Cc %	Pm %
	m	gr/cm ³	Ar	L	Ar			
1	0.28	1.48	66	14	20	Franco Areno Arcilloso	22	13
2	0.52	1.32	72	16	12	Franco Areno	19	10
3	0.68	1.50	72	8	20	Franco Areno Arcilloso	22	13


Lic. Katy Ormaza Cedeño

Técnico Responsable





ESPAM MFL
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ
"MANUEL FÉLIX LÓPEZ"
 Ley 99 – 25 R.O. 181 – 30 – 04 - 1999
 CALCETA – ECUADOR

**ESTACIÓN
 METEOROLÓGICA
 ESPAM-MFL**

DATOS ANUALES 2014

*MESES	HR %	T.MAXIMA °C	T. MINIMA °C	T.AMBIENTE °C	EVAPORACION mm	PRECIPITACION mm	RECORRIDO VIENTO K/H	HORAS SOL h/s
ene-14	83	30,1	22,4	25,8	90,9	210,4	495,4	41,5
feb-14	84	30,3	22,4	26,0	69,9	200,4	510,2	52,7
mar-14	81	31,7	21,8	26,6	138	160	559,9	119,6
abr-14	84	30,5	22,4	26,4	76,6	56,3	434,5	60
may-14	84	30,8	21,9	26,2	95,3	81,4	494,7	88,8
jun-14	84	30,8	21,3	26,1	99,9	26,9	505,3	77,4
jul-14	84	30,8	21,0	25,7	108,1	1,7	594,7	92,3
ago-14	80	30,6	20,6	25,5	125,5	1,8	608,7	90,2
sep-14	82	30	19,9	25,2	109,5	0,4	608,8	80,9
oct-14	80	30,9	20,5	25,7	127,9	13	634,2	86,6
nov-14	78	30,6	20,0	25,5	113	0	572,2	71,8
dic-14	80	31,2	20,6	26	115	25	1197	63,4
PROMEDIOS	82%	30,7°C	21,2°C	26°C				
TOTAL					1289,6 mm	777,3 mm	7215,6 k/h	925,2 h/s


 ING. JUAN MOREIRA SALTOS
 TÉCNICO RESPONSABLE

Rutlex

Riego 1

Ing. Jesús Chazarra Párraga

Tabla 5: Presión de saturación del vapor (es) en mbar, en función de la temperatura media del aire (T) en °C.

Temperatura °C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
es mbar	6,1	6,6	7,1	7,6	8,1	8,7	9,3	10,0	10,7	11,5	12,3	13,1	14,0	15,0	16,1	17,0	18,2	19,4	20,6	22,0
Temperatura °C	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
es mbar	23,4	24,9	26,4	28,1	29,8	31,7	33,6	35,7	37,8	40,1	42,4	44,9	47,6	50,3	53,2	56,2	59,4	62,8	66,3	69,9

Tabla 6: Efecto de la temperatura (T) sobre la radiación de onda larga (R_{nl})

Temperatura °C	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36
R _{nl} = dT ⁴	11,0	11,4	11,7	12,0	12,4	12,7	13,1	13,5	13,8	14,2	14,6	15,0	15,4	15,9	16,3	16,7	17,2	17,7	18,1

Tabla 7: Efecto de la presión real del vapor de agua (f_{ed}) sobre la radiación de onda larga (R_{nl})

ed mbar	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
f _{ed} = 0,34 - 0,044√ed	0,23	0,22	0,20	0,19	0,18	0,16	0,15	0,14	0,13	0,12	0,12	0,11	0,10	0,09	0,08	0,08	0,07	0,06

Tabla 8: Efecto de la relación entre el número real y el máximo de horas de fuerte insolación (f_{in/N}), sobre la radiación de onda larga (R_{nl})

f _{in/N}	0	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6	0,65	0,7	0,75	0,8	0,85	0,9	0,95	1,0
R _{nl} = 0,1 + 0,9√f _{in/N}	0,10	0,15	0,19	0,24	0,28	0,33	0,37	0,42	0,46	0,51	0,55	0,60	0,64	0,69	0,73	0,78	0,82	0,87	0,91	0,96	1,0

Fuentes, J. 2003. Técnicas de riego

Riego I
Ing. Jesús Chavarría Párraga

Tabla 9: Factor de ajuste (c) en la ecuación de Prman modificada

Rs mm/día	RH máx = 30%				RH máx = 60%				RH máx = 90%				
	0	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12
<i>U día m/seg</i>													
0	0,86	0,90	1,00	1,00	1,00	0,96	0,98	1,05	1,05	1,02	1,06	1,10	1,10
3	0,79	0,84	0,92	0,97	0,97	0,92	1,00	1,11	1,19	0,99	1,10	1,27	1,32
6	0,68	0,77	0,87	0,93	0,93	0,85	0,96	1,11	1,19	0,94	1,10	1,26	1,33
9	0,55	0,65	0,78	0,90	0,90	0,76	0,88	1,02	1,14	0,88	1,01	1,06	1,27
<i>U día/U noche = 4,0</i>													
<i>U día/U noche = 3,0</i>													
0	0,86	0,90	1,00	1,00	1,00	0,96	0,98	1,05	1,05	1,02	1,06	1,10	1,10
3	0,76	0,81	0,88	0,94	0,94	0,87	0,96	1,06	1,12	0,94	1,04	1,18	1,28
6	0,61	0,68	0,81	0,88	0,88	0,77	0,88	1,02	1,10	0,86	1,01	1,15	1,22
9	0,46	0,56	0,72	0,85	0,85	0,67	0,79	0,88	1,05	0,78	0,92	1,06	1,18
<i>U día/U noche = 2,0</i>													
<i>U día/U noche = 1,0</i>													
0	0,86	0,90	1,00	1,00	1,00	0,96	0,98	1,05	1,05	1,02	1,06	1,10	1,10
3	0,69	0,76	0,85	0,92	0,92	0,83	0,91	0,99	1,05	0,89	0,98	1,10	1,14
6	0,53	0,61	0,74	0,84	0,84	0,70	0,80	0,94	1,02	0,79	0,92	1,05	1,12
9	0,37	0,48	0,65	0,76	0,76	0,59	0,70	0,84	0,95	0,71	0,81	0,96	1,06
0	0,86	0,90	1,00	1,00	1,00	0,96	0,98	1,05	1,05	1,02	1,06	1,10	1,10
3	0,64	0,71	0,82	0,89	0,89	0,78	0,86	0,94	0,99	0,85	0,92	1,01	1,05
6	0,43	0,53	0,68	0,79	0,79	0,62	0,70	0,84	0,93	0,72	0,82	0,95	1,00
9	0,27	0,41	0,59	0,72	0,72	0,50	0,60	0,75	0,87	0,62	0,72	0,87	0,96

Fuentes, J. 2003. Técnicas de riego

Diego I
Ing. Jesús Cuervo Párraga

Tabla 3: Radiación extraterrestre R_0 expresada en equivalente de evaporación de agua en mm/día

Hemisferio Norte												Hemisferio Sur												
Fe.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Lat.	Fe.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
38	61	94	127	158	171	164	41	109	74	42	12	30'	17,5	14,7	10,9	7,0	4,2	3,1	3,5	5,5	8,9	12,9	16,5	18,2
43	66	98	130	159	172	165	43	112	78	50	3,7	30'	17,6	14,9	11,2	7,5	4,7	3,5	4,0	6,0	9,3	13,2	16,6	18,2
49	71	102	133	160	172	166	45	115	82	53	4,3	30'	17,7	15,1	11,5	7,9	5,2	4,0	4,4	6,4	9,7	13,4	16,7	18,3
53	76	106	137	161	172	166	47	119	87	60	4,7	40'	17,8	15,3	11,9	8,4	5,7	4,4	4,9	6,9	10,2	13,7	16,7	18,3
59	81	110	140	162	173	167	50	122	91	63	5,2	40'	17,8	15,5	12,2	8,8	6,1	4,9	5,4	7,4	10,6	14,0	16,8	18,3
64	86	114	143	164	173	167	52	125	96	7,0	5,7	40'	17,9	15,7	12,5	9,2	6,6	5,3	5,9	7,9	11,0	14,1	16,9	18,2
69	90	118	145	164	172	167	53	128	100	7,3	6,1	30'	17,9	15,8	12,8	9,6	7,1	5,8	6,3	8,3	11,4	14,4	17,0	18,3
74	94	121	147	164	172	167	54	131	106	8,0	6,6	30'	17,9	16,0	13,2	10,1	7,5	6,3	6,8	8,8	11,7	14,6	17,0	18,2
79	98	124	148	164	171	168	55	134	108	8,5	7,2	30'	17,8	16,1	13,5	10,5	8,0	6,8	7,2	9,2	12,0	14,9	17,1	18,2
83	102	128	150	165	170	168	56	136	112	9,0	7,8	30'	17,8	16,2	13,8	10,9	8,5	7,3	7,7	9,6	12,4	15,1	17,2	18,1
88	107	131	152	165	170	168	57	139	116	9,5	8,3	30'	17,8	16,4	14,0	11,3	8,9	7,8	8,1	10,1	12,7	15,2	17,3	18,1
93	111	134	152	165	168	167	57	141	120	9,9	8,8	20'	17,7	16,4	14,3	11,6	9,3	8,2	8,6	10,4	13,0	15,4	17,2	17,9
98	115	137	153	164	167	166	57	143	123	10,3	9,3	20'	17,6	16,4	14,4	12,0	9,7	8,7	9,1	10,9	13,2	15,5	17,2	17,8
102	119	139	154	164	166	165	58	145	126	10,7	9,7	20'	17,5	16,5	14,6	12,3	10,2	9,1	9,5	11,2	13,4	15,6	17,1	17,7
107	123	142	155	163	164	164	58	146	130	11,1	10,2	22'	17,4	16,5	14,8	12,6	10,6	9,6	10,0	11,6	13,7	15,7	17,0	17,5
112	127	144	156	163	164	163	59	148	133	11,6	10,7	20'	17,3	16,5	15,0	13,0	11,0	10,4	10,4	12,0	13,9	15,8	17,0	17,4
116	130	146	156	161	161	161	58	149	136	12,0	11,1	18'	17,1	16,5	15,1	13,2	11,4	10,4	10,8	12,3	14,1	15,8	16,8	17,1
120	133	147	156	160	159	159	57	150	139	12,4	11,6	18'	16,9	16,4	15,2	13,5	11,7	10,8	11,2	12,6	14,3	15,8	16,7	16,8
124	136	149	157	158	157	157	57	151	141	12,8	12,0	14'	16,7	16,4	15,3	13,7	12,3	11,2	11,6	12,9	14,5	15,8	16,5	16,8
128	139	151	157	157	155	155	56	152	144	13,3	12,5	12'	16,6	16,3	15,4	14,0	12,5	11,6	12,0	13,2	14,7	15,8	16,4	16,5
132	142	153	157	155	154	153	55	153	147	13,6	12,9	10'	16,4	16,3	15,5	14,2	12,8	12,0	12,4	13,5	14,8	15,9	16,2	16,2
136	145	153	156	153	150	151	54	154	153	14,0	13,3	8'	16,1	16,1	15,5	14,4	13,1	12,4	12,7	13,7	14,9	15,8	16,0	16,0
139	148	154	154	151	147	149	52	153	150	14,2	13,7	6'	15,8	16,0	15,6	14,7	13,4	12,8	13,1	14,0	15,0	15,7	15,8	15,7
143	150	155	155	149	144	146	51	153	151	14,5	14,1	4'	15,5	15,8	15,6	14,9	13,8	13,2	13,4	14,3	15,1	15,6	15,5	15,4
147	153	156	152	146	142	143	49	153	152	14,8	14,4	2'	15,3	15,7	15,7	15,1	14,1	13,5	13,7	14,5	15,2	15,4	15,3	15,1
150	155	157	152	144	139	141	49	153	154	15,1	14,8	0'	15,0	15,5	15,7	15,3	14,4	13,9	14,1	14,8	15,3	15,4	15,1	14,8

KP

Riego I

Ing. Jesús Chavarría Párraga

Tabla 10: Coeficiente Kp, en el caso de una cubeta de la clase A, para diferentes cubiertas y niveles de humedad relativa media y vientos durante las 24 horas (FAO).

Cubeta clase A	Caso A			Caso B				
	Cubeta rodeada de cubierta verde baja			Cubeta con barbecho de seco				
RH media %	Baja <40	Media 40-70	Alta >70	Baja <40	Media 40-70	Alta >70		
Vientos km/día	Distancia a barlovento de la cubierta verde (en m)			Distancia a barlovento del barbecho de seco (en m)				
Débiles <175	0	0,55	0,65	0,75	0	0,7	0,8	0,85
	10	0,65	0,75	0,85	10	0,6	0,7	0,8
	100	0,7	0,8	0,85	100	0,55	0,65	0,75
	1.000	0,75	0,85	0,85	1.000	0,5	0,6	0,7
Moderados 175-425	0	0,5	0,6	0,65	0	0,65	0,75	0,8
	10	0,6	0,7	0,75	10	0,55	0,65	0,7
	100	0,65	0,75	0,8	100	0,5	0,6	0,65
	1.000	0,7	0,8	0,8	1.000	0,45	0,55	0,6
Fuertes 425-700	0	0,45	0,5	0,60	0	0,6	0,65	0,7
	10	0,55	0,6	0,65	10	0,5	0,55	0,65
	100	0,6	0,65	0,7	100	0,45	0,5	0,6
	1.000	0,65	0,7	0,75	1.000	0,4	0,45	0,55
Muy fuertes >700	0	0,4	0,45	0,5	0	0,5	0,6	0,65
	10	0,45	0,55	0,6	10	0,45	0,5	0,55
	100	0,5	0,6	0,65	100	0,4	0,45	0,5
	1.000	0,55	0,6	0,65	1.000	0,35	0,4	0,45

Fuentes, J. 2003. Técnicas de Riego.

(U)

Riego I

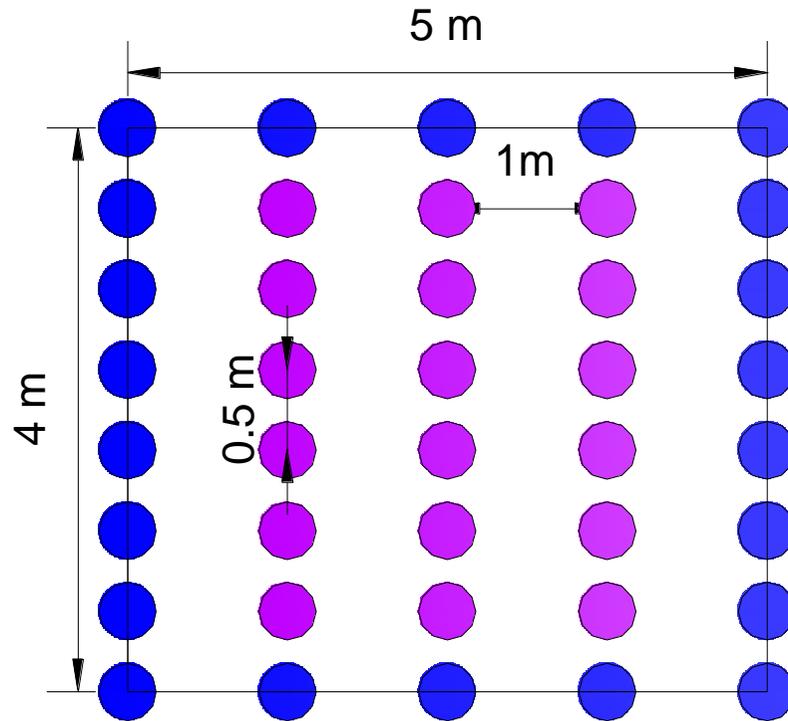
Ing. Jesús Chavarría Párraga

Tabla 4: Valores del factor de ponderación W para los efectos de la radiación sobre la ETo, n diferentes temperaturas y

		Latitudes																			
Temperaturas °C		2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
Altitud (m)	0	0,43	0,46	0,49	0,52	0,55	0,58	0,61	0,64	0,66	0,68	0,71	0,73	0,75	0,77	0,78	0,80	0,82	0,83	0,84	0,85
	500	0,45	0,48	0,51	0,54	0,57	0,60	0,62	0,65	0,67	0,70	0,72	0,74	0,76	0,78	0,79	0,81	0,82	0,84	0,85	0,86
	1000	0,46	0,49	0,52	0,55	0,58	0,61	0,64	0,66	0,68	0,71	0,73	0,75	0,77	0,79	0,80	0,82	0,83	0,85	0,86	0,87
	2000	0,49	0,52	0,55	0,58	0,61	0,64	0,66	0,69	0,71	0,73	0,75	0,77	0,79	0,81	0,82	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88
3000	0,52	0,55	0,58	0,61	0,64	0,66	0,69	0,71	0,73	0,75	0,77	0,79	0,81	0,82	0,84	0,85	0,86	0,88	0,88	0,89	0,89
4000	0,55	0,58	0,61	0,64	0,66	0,69	0,71	0,73	0,76	0,78	0,79	0,81	0,83	0,84	0,85	0,86	0,88	0,88	0,89	0,90	0,90

Fuentes, J. 2003. Técnicas de riego

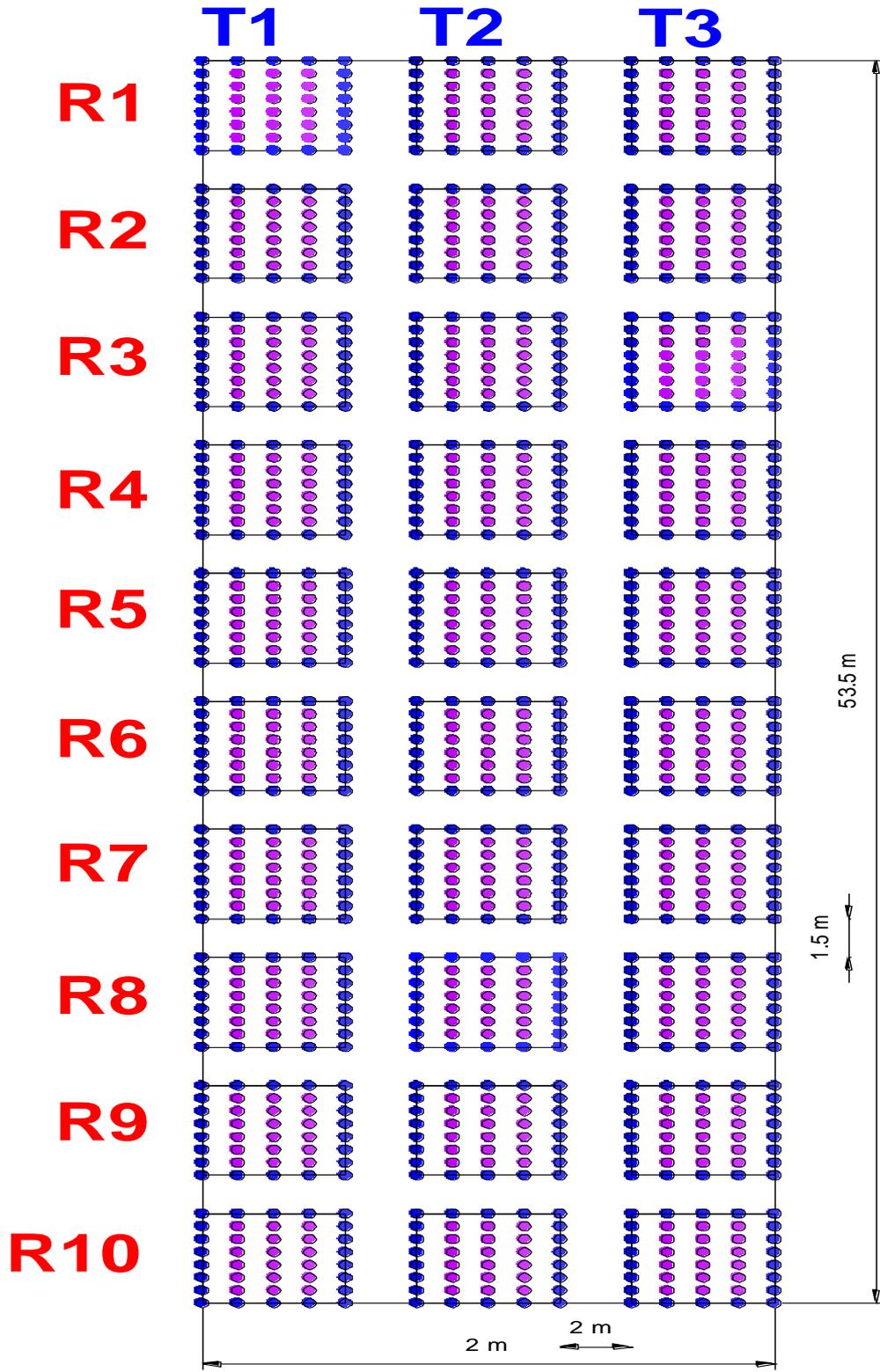
ANEXO 5 .ESQUEMAS DE CAMPO



LEYENDA DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL:

- Distancia entre hilera 1 m
- Distancia entre planta 0.5m
- Plantas a muestrear: 9
- Plantas de efecto borde: 22





ANEXO 6. FOTOGRAFÍAS DEL CULTIVO EN CAMPO.

SELECCIÓN Y PREPARACIÓN DEL TERRENO



Preparación del terreno



Medición de los surcos



Elaboración de los surcos

INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO



Adecuación del sistema de riego

SIEMBRA DE CULTIVO



Preparación de las varetas



Siembra del cultivo

RIEGO DEL CULTIVO

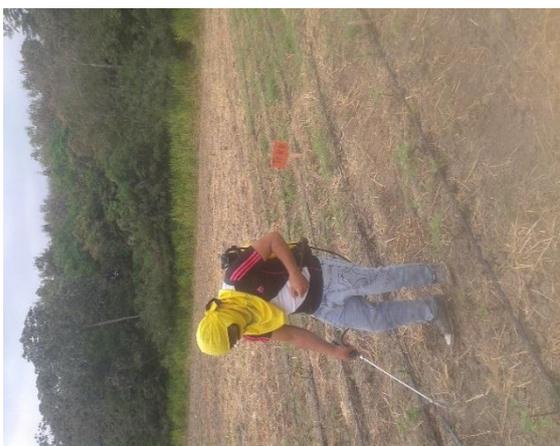


Riego del cultivo



Aplicación de la frecuencia de riego

CONTROL DE MALEZAS



Control químico de malezas



Control manual de malezas

CONTROL DE INSECTOS PLAGAS



Control químico de plagas

PODA DEL CULTIVO



Poda del cultivo



Monitoreo de tubérculos

COSECHA Y EVALUACIÓN DE LAS VARIABLES EN ESTUDIO



Cosecha de los tubérculos



Evaluación de las variables



Evaluación de las variables