UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



FACULTAD DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
CENTRO DE ESTUDIOS DE POSGRADO

MAESTRÍA EN GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE FLORES Y FRUTAS ANDINAS PARA EXPORTACIÓN

TEMA: "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"

Trabajo de Investigación

Previa a la obtención del Grado Académico de Magister en Gestión de la Producción de Flores y Frutas Andinas para Exportación

Autora: Ing. Myriam Fernanda Solís Acosta

Director: Ing. Mg. Alberto Gutiérrez Albán

Ambato - Ecuador

2011

Al Consejo de Posgrado de la UTA.

El tribunal receptor de la defensa del trabajo de investigación con el tema: "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", presentado por: Ingeniera Myriam Fernanda Solís Acosta y conformado por: Ingeniero Magister Fidel Rodríguez Aguirre, Ingeniero Magister Pedro Sánchez Cobo, Ingeniero Magister Luciano Valle Velasteguí, Miembros del Tribunal, Ingeniero Magister Alberto Gutiérrez Albán, Director del trabajo de investigación y presidido por: Ingeniero M.Sc. Julio Benítez Robalino, Presidente del Tribunal; Ingeniero Magister Juan Garcés Chávez Director del CEPOS – UTA, una vez escuchada la defensa oral el Tribunal aprueba y remite el trabajo de investigación para uso y custodia en las bibliotecas de la UTA.

Ing. M.Sc. Julio Benítez Robalino
Presidente del Tribunal de Defensa

Ing. Mg. Juan Garcés Chávez
DIRECTOR CEPOS

Ing. Mg. Alberto Gutiérrez Albán.
Director de Trabajo de Investigación

Ing. Mg. Fidel Rodríguez Aguirre
Miembro del Tribunal

Ing. Mg. Pedro Sánchez Cobo
Miembro del Tribunal

Ing. Mg. Luciano Valle Velasteguí
Miembro del Tribunal

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La responsabilidad de las opiniones, comentarios y críticas emitidas en el trabajo de investigación con el tema: "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", nos corresponde exclusivamente a: *Ing. Myriam Fernanda Solís Acosta,* Autor y de Ing. Mg. Alberto Gutiérrez Albán., Director del trabajo de investigación; y el patrimonio intelectual del mismo a la Universidad Técnica de Ambato.

Ing. Myriam Fernanda Solís Acosta
Autor

Ing. Mg. Alberto Gutiérrez Albán.
Director

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este trabajo de investigación o parte de él un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos de mi trabajo de investigación, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de esta, dentro de las regulaciones de la Universidad.

Ing. Myriam Fernanda Solís Acosta

DEDICATORIA

A mi esposo y mi hija por la ser las personas que me brindan todo su amor y me motivan a superarme cada día.

A mis padres por haber trabajado muy duro en su vida para guiarme con buen ejemplo, comprendiendo el valor de la familia y al mismo tiempo asegurándose de preparar mi camino para el futuro dándome educación.

A mis hermanas por todo su cariño y apoyo en los momentos más importantes de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

El agradecimiento especial a todos los docentes de la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Ambato por toda su enseñanza y consejos que me otorgaron en el transcurso de mi vida universitaria.

Al personal administrativo quienes me brindaron su amistad y apoyo en todos los momentos en los que necesitaba.

Al Ing. Mg. Alberto Gutiérrez, Director de Tesis, por su fundamental aporte en la dirección del presente trabajo.

Al señor Fabián Robalino y su esposa por su buena disposición y ayuda incondicional con el trabajo de campo para culminar esta investigación.

Al I.E.D.E.C.A., por brindarme la disponibilidad de tiempo para la realización de este trabajo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO

Pág.

INTRODUCCIÓN…….……01

CAPÍTULO I …… 02
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN …… 02
1.1. TEMA…… 02
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA …… 02
1.3. JUSTIFICACIÓN …… 05
1.4. OBJETIVOS ……..…… 07
1.4.1. Objetivo general …… 07
1.4.2. Objetivos específicos …… 07

CAPÍTULO II ……..…… 08
MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS ……..…… 08
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS …… 08
2.2. FUNDAMENTACION FILOSÓFICA……09
2.3. FUNDAMENTACIÓN LEGAL……. 09
2.4. CATEGORIAS FUNDAMENTALES ...……...……. 10
2.4.1. Fresa …….. 10
2.4.2. Fertirriego …… 18
2.5. HIPOTESIS ……..……... 25
2.6 VARIABLES DE LA HIPOTESIS ……..…….. 25

CAPÍTULO III ……..…… 27
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN ……. 27
3.1. MODALIDAD Y TIPO DE INVESTIGACIÓN ……....… 27
3.2. UBICACIÓN DEL ENSAYO……..…… 27
3.3. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR…….. 27
3.3.1. Clima ……...…… 27
3.3.2. Suelo ……...…… 27
3.3.3. Agua ……...… 27

3.3.4. Ecología ……...…… 27
3.4. FACTORES EN ESTUDIO …….. 28.
3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL …….. 29
3.6. TRATAMIENTOS …….. 29
3.7. CARACTERÍSTICAS DEL ENSAYO …….. 30
3.8. DATOS TOMADOS …….. 32
3.9. MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN…….. 33

CAPÍTULO IV …….. 35
RESULTADOS Y DISCUSIÓN …….. 35
4.1. RESULTADOS, ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y DISCUSIÓN ……. 35
4.1.1. Porcentaje de prendimiento ……..…… 35
4.1.2. Días a la floración ……..…… 37
4.1.3. Días a la fructificación……..…… 37
4.1.4. Días a la cosecha ……..…… 38
4.1.5. Rendimiento de la fruta de primera categoría …… 40
4.1.6. Rendimiento de la fruta de segunda categoría …… 42
4.1.7. Rendimiento de la fruta de tercera categoría …… 44
4.1.8. Plagas ……... 46
4. 1.9. Enfermedades …… 47
4.1.10. Rendimiento total de fresa ……... 47
4.2. ANÁLISIS ECONÓMICO Y DISCUSIÓN……. 52

CAPÍTULO V …… 54
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES …… 54
5.1. CONCLUSIONES …….. 54
5.2. RECOMENDACIONES …….. 55

CAPÍTULO VI …….. 56
PROPUESTA …….. 56
6.1. DATOS INFORMATIVOS ……...…….……. 56
6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA……...56
6.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA …….. 58

6.4. OBJETIVOS ……. 58
6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD……. 58
6.6. FUNDAMENTACIÓN…… 58
6.7. METODOLOGÍA …….. 59
6.8. IMPLEMENTACIÓN…….. 60
6.9. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN…… 61

BIBLIOGRAFÍA ……...……63

ANEXOS ……...…….. 65
Anexo 1 …… 65
Anexo 2 ……... 65
Anexo 3 …… 65
Anexo 4 …… 66
Anexo 5 …… 66
Anexo 6 …… 66
Anexo 7 ……... 67
Anexo 8 …… 67
Anexo 9 …… 67
Anexo 10 …… 68
Anexo 11 …… 60
Anexo 12 …… 70

ÍNDICE DE CUADROS

Pág.
CUADRO 1. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES…….26
CUADRO 2. TRATAMIENTOS……29
CUADRO 3. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA VARIABLE PORCENTAJE DE PRENDIMIENTO…….……..35
CUADRO 4. SEPARACIÓN DE MEDIAS PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO DE LA FRUTA DE SEGUNDA EN LA INTERACCIÓN FRECUENCIA DE RIEGO Y LAMINA DE RIEGO……..…….36
CUADRO 5. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA VARIABLE DÍAS A LA FLORACIÓN. ……..38
CUADRO 6. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA VARIABLE DÍAS A LA COSECHA. …….…….39
CUADRO 7. SEPARACIÓN DE MEDIAS PARA LA VARIABLE DÍAS A LA COSECHA EN LA LÁMINAS DE RIEGO…….……..…39
CUADRO 8. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO DE LA FRUTA DE PRIMERA. ……..….40
CUADRO 9. SEPARACIÓN DE MEDIAS PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO DE LA FRUTA DE PRIMERA EN LA LAMINA DE RIEGO……....41
CUADRO 10. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO DE LA FRUTA DE SEGUNDA CATEGORÍA…….42
CUADRO 11. SEPARACIÓN DE MEDIAS PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO DE LA FRUTA DE SEGUNDA EN LA LAMINA DE RIEGO…….....43
CUADRO 12. SEPARACIÓN DE MEDIAS PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO DE LA FRUTA DE SEGUNDA EN LA INTERACCIÓN FRECUENCIA DE RIEGO Y LAMINA DE RIEGO……..…….…..44
CUADRO 13. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO DE LA FRUTA DE TERCERA CATEGORÍA.. …….…..44
CUADRO 14. SEPARACIÓN DE MEDIAS PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO DE LA FRUTA DE TERCERA EN LA INTERACCIÓN

FRECUENCIA DE RIEGO Y LAMINA DE RIEGO……..……..……45
CUADRO 15. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE INCIDENCIA DE PLAGAS…….……..…..…46
CUADRO 16. DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA PARA LA VARIABLE INCIDENCIA DE PLAGAS EN LA FRECUENCIA DE RIEGO…….……..46
CUADRO 17. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA VARIABLE INCIDENCIA DE ENFERMEDADES…….……47
CUADRO 18. SEPARACIÓN DE MEDIAS PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO DE LA FRUTA DE SEGUNDA EN LA LAMINA DE RIEGO……48
CUADRO 19. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO TOTAL DE FRESA…….49
CUADRO 20. SEPARACIÓN DE MEDIAS PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO TOTAL DE FRESA EN LA LAMINA DE RIEGO……49
CUADRO 21. SEPARACIÓN DE MEDIAS PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO TOTAL DE LA FRESA EN LA INTERACCIÓN FRECUENCIA DE RIEGO Y LAMINA DE RIEGO……..…50
CUADRO 22. COSTOS DE INVERSIÓN DEL ENSAYO (Dólares)…….52
CUADRO 23. COSTOS DE INVERSIÓN DEL ENSAYO POR TRATAMIENTO……..52
CUADRO 24. INGRESOS TOTALES DEL ENSAYO POR TRATAMIENTO…53
CUADRO 25. RELACIÓN BENEFICIO COSTO…….……..……..53

RESUMEN EJECUTIVO

En el cultivo de fresa se desconoce la lámina de agua y la frecuencia de riego adecuadas para la aplicación al cultivo, lo que ocasiona disminuciones significativas en la producción y productividad del cultivo, esto también puede deberse a diversos factores, uno de los cuales es la deficiente nutrición de la planta, mal manejo del cultivo, falta de o exceso de riego por lo cual es de importancia suplir esta deficiencia.

El ensayo se efectúo en la provincia de Tungurahua, cantón Ambato, parroquia de Huachi Grande, en el Barrio Sagrado Corazón de Jesús, cuyas coordenadas geográficas son 1º 19´0,65”de latitud Sur y 78º 38´52”de longitud Oeste, a la altitud de 2 700 msnm, con el propósito de: evaluar tres láminas de riego calculadas en base a parámetros de suelo (L1 125%, L2 100%, L3 75%) y dos frecuencias de riego (F1 cada 24h, F2 cada 6h), aplicadas por el método de goteo localizado en el cultivo de fresa *(Fragaria vesca*) Var. Diamante.

La aplicación del tratamiento F1L1, produjo los mejores resultados, al reportar un promedio semanal de 887 Kg/ha de fruta, seguido por el tratamiento F2L1 con 752 Kg/ha de fruta. En cuanto al ataque de enfermedades la lámina de riego L1 fue la que presento un mayor índice de enfermedades, seguido por L2 y L3.

Del análisis económico se concluye que, el tratamiento F1L1 (Frecuencia de riego por goteo una vez por día y 125 % lámina de riego), reportó la mayor relación beneficio costo (1,88), en donde los beneficios fueron 0,88 veces lo invertido, siendo el tratamiento más rentable durante los seis meses que se evaluó el cultivo. La relación beneficio costo del tratamiento recomendado es de 1,32.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de fresa en la provincia de Tungurahua se ha convertido en una alternativa para los fruticultores que al no encontrar rentabilidad esperada en los frutales caducifolios tradicionalmente cultivados se vieron obligados a buscar nuevos cultivos.

Aproximadamente hace cinco años se promueve el cultivo de fresa, atraídos principalmente por su rentabilidad, resistencia y pronta recuperación al ataque de heladas; sin embargo al enfrentarse a la producción de un nuevo cultivo se presentan interrogantes tales como necesidades de agua, de nutrición, control de plagas y enfermedades entre otras.

Frente a las necesidades del productor y a la interrogante de si se podrá cultivar este frutal en zonas con escasa disponibilidad de agua, surge la idea de establecer un ensayo en el cual se pueda determinar las diferencias en cuanto al rendimiento basado en las cantidades de agua con que se dote a la planta, el anhelo de conocer si al aplicar una mayor lámina de agua se obtendrá mayor producción nos llevó a calcular una lámina de riego basada en los parámetros de suelo y a aplicarla al cultivo en un setentaicinco, cien y ciento veinticinco por ciento combinándolo con un riego y cuatro riegos al día, obteniéndose así seis tratamientos, a los cuales se les reprodujo tres veces para buscar mayor veracidad en los datos.

El ensayo se evaluó durante seis meses a partir del trasplante, se evaluaron diferentes características fenológicas y rendimiento, hallándose variaciones que podrían ayudar a guiar al productor de fresa ubicado en las zonas con poca disponibilidad de agua en la provincia de Tungurahua.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. TEMA

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.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1. Contextualización

En la provincia existe un marcado déficit hídrico, la demanda supera a la oferta debido al aumento de la población y al uso irracional de este recurso. La falta del conocimiento de las reales necesidades hídricas de los cultivos conllevan a utilizar cantidades de agua incorrectas, provocando el ataque de enfermedades en ciertos casos, y baja productividad en otros.

La pobreza no se debe solamente a la falta de recursos, sino a la dificultad de acceder a ellos y utilizarlos bajo criterios de eficiencia y eficacia. Además, es necesario considerar a los pobres como sujetos habilitados, responsables de su propio destino y por lo tanto los enfoques metodológicos participativos que implican promover acciones que incentiven a los pobres a superar por sí mismos su condición.

1.2.2. Análisis crítico del problema

En el cultivo de fresa se desconoce la lámina correcta de fertirriego, lo que sumado a otros factores, tales como deficiente nutrición de la planta, mal manejo del cultivo, incorrecta aplicación de hormonas, ocasiona disminuciones significativas

en la productividad del cultivo. El déficit o exceso de agua aplicada al cultivo producen daños en la planta, por lo cual es de importancia determinar la lámina de riego que más se ajuste a las necesidades de este cultivo, lo cual posteriormente se traducirá en mantenimiento y aumento de la productividad. Esta situación, además traerá como consecuencia una mejora en los ingresos de los fruticultores propiciando el bienestar socio económico de sus familias, es decir una mejor calidad de vida, garantizando la sostenibilidad y sustentabilidad de los sistemas productivos. A la vez que protegemos uno de los recursos más valiosos de la naturaleza como es el agua.

1.2.3. Prognosis

De no realizarse la presente investigación los agricultores de la provincia continuarán teniendo bajos rendimientos en el cultivo de fresa y desperdiciando un recurso tan valioso como es el agua y al mismo tiempo se contamina el suelo con un uso excesivo de fertilizantes.

1.2.4. Formulación del problema

Según explica Hernández A, 1979. Casi todos los procesos en la planta son afectados directa o indirectamente por el suministro de agua. Por ejemplo, la respiración de las semillas en formación, es inicialmente muy alta, pero esta se reduce rápidamente durante la maduración. En semillas secas al aire, la respiración es muy baja, pero esta se incrementa lentamente en la medida que se aumenta el contenido del agua, hasta un punto crítico, en el cual hay un rápido incremento en la respiración, como respuesta a un aumento adicional del contenido del agua.

El crecimiento de las plantas es controlado por la velocidad en la división y elongación celular y por el suministro de compuestos: orgánicos e inorgánicos requeridos para la síntesis de nuevo protoplasma y pared celular. El crecimiento de la célula es particularmente dependiente de al menos un mínimo

grado del turgor de la célula, la elongación del tallo y las hojas son rápidamente reducidas o detenidas por déficit de agua. Una reducción en el contenido de agua inhibe la fotosíntesis y generalmente disminuye la velocidad de respiración y otros procesos donde hay la intervención de las enzimas.

En resumen, la reducción en el contenido de agua es acompañado por la pérdida de turgencia y marchitamiento, cesación del ensanchamiento celular, cierre de los estomas, reducción de la fotosíntesis, y la interferencia con muchos otros procesos metabólicos. Eventualmente, una continua deshidratación causa desorganización en el protoplasma y la muerte de la planta.

1.2.5. Interrogantes

Según estudios realizados anteriormente y tomándolos como referencia para el presente trabajo de investigación planteamos las siguientes interrogantes.

- ¿Se podrá determinar diferencias en la producción del cultivo de fresa al aplicar distintas láminas de agua al cultivo?

- ¿Se podrá determinar diferencias en la producción del cultivo de fresa al aplicar distintas frecuencias de riego al cultivo?

- ¿De aplicarse diferentes láminas de agua al cultivo se tendrá variación en el rendimiento?

- ¿Qué impactos tendrá la automatización del sistema de riego para incrementar la frecuencia de riego en el cultivo de fresa?

1.2.6. Delimitación del objeto de investigación

En la presente investigación se plantea calcular la lámina de riego a partir de los parámetros de suelo e incorporar a la plantación de fresa mediante el método de goteo e incorporando fertilizantes. Posteriormente determinar las diferencias en cuanto a producción, ataque de plagas, enfermedades y costos que puede provocar la aplicación de diferentes láminas de agua combinadas con diferentes frecuencias de riego.

1.2.6.1 Delimitación espacial

El presente ensayo se efectuó en la provincia de Tungurahua, cantón Ambato, parroquia Huachi Grande, en el Barrio Sagrado Corazón de Jesús, cuyas coordenadas geográficas son 1º 19´ 0”de latitud Sur y 78º 38´52”de longitud Oeste, a la altitud de 2700 msnm. (Sistema de posicionamiento global, GPS).

1.2.6.2 Delimitación temporal

La investigación se llevó a cabo desde el 1 de mayo del 2009 al 30 de enero del 2010.

1.3. JUSTIFICACIÓN

La Cuenca Alta del Río Ambato abarca una amplia zona, ubicada en la provincia de Tungurahua, en la que se asienta una población afectada por problemas que han causado la pobreza del más del 50% de la población.

La demanda hídrica supera en 40% a la oferta y crea un déficit de 900 millones de m3/ año, a lo que se debe añadir la inequidad en el reparto del agua.

La cuenca del río Ambato forma parte a su vez de la cuenca del Río Pastaza, afluente del río Amazonas, ubicada en la provincia de Tungurahua, Sierra Central del Ecuador, afectada históricamente por la escasez del agua y la falta de tierra productiva. La pobreza y sus secuelas: sobre explotación del páramo, el deficiente

aprovechamiento del agua, la escasez e inequidad en su distribución, la contaminación y una estructura agraria que limita el acceso a los medios de producción, ha conducido al deterioro en la calidad y disponibilidad del recurso hídrico. (Tungurahua, 2002).

En un estudio realizado por (Cosude, 2001) se encontró que esta situación afecta sobre todo a grupos de indígenas y pequeños campesinos que presentan índices del 78.70% en el Cantón Tisaleo y del 72.80% en el Cantón Ambato de pobreza y marginalidad y habitan zonas que van desde la misma periferia de la ciudad de Ambato hasta las cumbres del Chimborazo, involucrando varios pisos agro ecológicos, así como grupos de mestizos e indígenas, que se caracterizan por identidades socioeconómicas, culturales e históricas específicas.(Coricam, 2002)

La productividad de los sistemas de producción agropecuarios que sustentan las estrategias de sobrevivencia familiares se encuentra condicionada, entre otros factores, por la disponibilidad de agua y mano de obra, así como por la fertilidad de los suelos.

Dada la limitación de agua de riego, el aprovechamiento adecuado de este recurso se convierte en elemento crítico para la sostenibilidad de los procesos productivos. La insuficiente valoración que otorgan los productores y productoras a la relación demanda de agua - fertilidad de suelo, y el desconocimiento de alternativas técnicas que mejoren la eficiencia del riego, provoca que en muchas fincas este recurso escaso sea mal utilizado, produciendo procesos erosivos, en la medida que en las parcelas se manejan elevados caudales en corto tiempo y métodos de riego con baja eficiencia.

Frente a la limitada cantidad de agua con que cuenta el productor de la provincia se ve en la necesidad de incursionar en nuevos cultivos, como lo es el caso de la fresa que a partir del año 2007 se ha convertido en un cultivo alternativo, frente a la caída en los precios de los frutales caducifolios tradicionalmente cultivados en la zona. Y al plantearse un nuevo rumbo en cuanto la producción se generan nuevas

interrogantes que nos llevan a desarrollar nuevas investigaciones que conduzcan a un continuo mejoramiento de la producción y por ende a una mejora en las condiciones de vida de los habitantes de la provincia.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo general

Evaluar de tres láminas y dos frecuencias de fertirriego aplicadas bajo goteo localizado en el cultivo de fresa *(Fragaria vesca*) en la provincia de Tungurahua"

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar la necesidad hídrica del cultivo de fresa para elevar la producción
- Identificar la mejor lámina y frecuencia de fertirriego que incide en productividad del cultivo de fresa.
- Evaluar la rentabilidad de los tratamientos mediante la relación beneficio/ costo.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

El cultivo de fresa ha sido estudiado en la provincia de Tungurahua como una de las alternativas para la diversificación de la producción con miras al mejoramiento de las condiciones económicas de los habitantes de la provincia.

Bermúdez G. 1999 luego de evaluar la producción de fresa con diferentes dosis de NPK y dos fuentes de materia orgánica recomienda establecer los requerimiento hídricos del cultivo de fresa para las condiciones locales de suelo y clima y evaluar la fertilización química asociada con el riego.

Ochoa W. 2005 estudia tres niveles de NPK en fresa del análisis económico concluye que el tratamiento con 150Kg/ ha de N, 50kg/ ha de P y 75Kg/ha de K, alcanzó la mayor relación beneficio/costo de 2,32 siendo el tratamiento de mayor rentabilidad y recomienda realizar ensayos con riego por goteo para incrementar la eficiencia en la aplicación de agua y fertilizante.

Campos L, et. al. 2004 estudian el fertirriego y micorriza en el cultivo de frambuesa roja en tepetate, concluyen que al incrementar el 50% de los fosfatos de la solución de Steiner se mejora el índice de madurez y la calidad del fruto, además la micorriza arbuscular mejora el rendimiento del fruto cuando la planta es alimentada con la solución nutritiva de Steiner enriquecida con el doble de los fosfatos de la solución original.

García J. 1999 determina el coeficiente de cultivo (Kc) para la col en la Granja Experimental Docente Querochaca y presenta tres valores 0,5 desde el trasplante hasta los 22 días posteriores, otra etapa en la que desde el día 23 hasta el 42 cuyo Kc va en aumento y un tercer valor 1,1 que parte desde el día 43 hasta la cosecha. Determina que el uso consultivo de la col es de 230,07 mm/m. Además recomienda realizar ensayos en

fertirriego.

Taipe M. 2008 evalúa dos métodos de riego por goteo en rosas y concluye que el método de riego por goteo por pulsos presenta una influencia directa sobre el cultivo de rosas variedad Preference, en las variables longitud de tallo y longitud del botón floral. Resalta que la relación beneficio/ costo del riego por goteo por pulsos es de 1,39 mientras que en el riego por goteo tradicional es de 1,18; finalmente concluye que con la implementación del riego por pulsos se incrementa la utilidad en 43 265,04 usd/ha/año (119,46%).

2.2. FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA

La presente investigación se realizó bajo el paradigma constructivista que afirma, la realidad es una construcción hasta cierto punto "inventada" por quién la observa.

Para París, C.1957 el constructivismo afirma que nunca se podrá llegar a conocer la realidad como lo que es ya que, al enfrentarse al objeto de conocimiento, no se hace sino ordenar los datos que el objeto ofrece en el marco teórico del que se dispone. Así, por ejemplo, para el constructivismo la ciencia no ofrece una descripción exacta de cómo son las cosas, sino solamente una aproximación a la verdad, que sirve mientras no se disponga de una explicación subjetivamente más válida. Para el constructivismo una descripción exacta de cómo son las cosas no existe, porque la realidad no existe sin el sujeto. Tomando un ejemplo de Ernst von Glasersfeld, el camino escogido por la ciencia al tratar de la realidad es como el de una llave que se ajusta a la cerradura, aunque se ignora cómo está hecha la cerradura. Por el momento, la llave de que se dispone sirve al propósito de quién la utiliza, a pesar que ignore el fondo del asunto.

2.3. FUNDAMENTACIÓN LEGAL

El uso del agua en país es uno de los temas más controversiales, por tratarse de un recurso no renovable y frente a la nueva constitución que considera al agua como un derecho Humano Fundamental. (CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR 2008)

Este trabajo se fundamenta en la ley de aguas que señala al agua de riego para la producción de alimentos en segundo lugar de prioridades que garanticen la seguridad y soberanía alimentaria del país.

2.4. CATEGORIAS FUNDAMENTALES

2.4.1. FRESA

2.4.1.1. Botánica

Desde el punto de vista botánico, a la fresa se la ubica en la:

- Familia: Rosáceas.
- Subfamilia: Rosídeas.
- Tribu: Potentilea.
- Género: Fragaria
- Especie: Vesca.

2.4.1.2 Descripción

La descripción que se hace a continuación, se refiere a la función evolutiva de sus órganos.

A. Raíces

Proexant. 2004, menciona que las raíces son de aspecto fibroso, se originan en la corona, se dividen en primarias que son más gruesas y hacen el papel de soporte, son de color café oscuro y nacen en la base de las hojas, y secundarias que son raicillas alimenticias, más delgadas y de color marfil; su número es variable y hay dos tipos, principales y secundarias. Las raíces penetran en el suelo hasta 0.80 m y el promedio de ellas se encuentra en los primeros 0.40 m.

Las raíces secundarias salen de las primarias y forman la masa radicular cuya función principal es la absorción de los nutrientes y el almacenamiento de materiales o sustancias de reserva.

Solo se puede obtener una buena producción con un sistema radicular abundante y sano.

B. Tallo

Para (Montes, 1986) la frutilla es una planta perenne considerada como herbácea, presenta un tallo de tamaño reducido denominado corona, lleva las yemas tanto vegetativas como florales y de ella nacen: las hojas, estolones o guías y las inflorescencias. En una corona sana, al hacer un corte vertical o transversal, se deben observar su centro de color claro, sin manchas o coloraciones rojizas, que serán índice de alguna enfermedad fungosa.

C. Hojas

Vera, 1993 manifiesta que las hojas se hallan insertas en peciolos de longitud variable, son pinadas o palmeadas, subdivididas en tres foliolos, pero es común que en algunas variedades existan 4 ó 5, característica ésta que parece derivarse de la *F. chiloensis*, tiene estípulas en su base y su espesor varía según la variedad, son de color verde más o menos intenso. Tienen muchos estomas lo que permite su transpiración y a la vez las hace muy susceptibles a la falta de humedad; las 10 hojas que posee le permite transpirar más o menos medio litro de agua en un día caluroso.

D. Estolones o guías

Brazanti, 1989 menciona que el estolón es un brote delgado, largo rastrero que se forma a partir de las yemas axilares de las hojas situadas en la base de la corona, se desarrollan en gran cantidad en épocas de alta temperatura. Por lo general el primer nudo es latente pero a veces puede dar origen a otro estolón más pequeño. En el extremo del estolón se forma una roseta de hojas que en contacto con el suelo emite raíces, lo que origina una nueva planta con idénticos caracteres que la planta madre.

Además Brazanti, 1989 indica que si todos los estolones se desarrollan libremente en forma radial, se obtienen hijas que después de su primer desarrollo emiten raíces, sin embargo, en una plantación comercial no es aconsejable dejar

crecer estos estolones ya que debilitan las plantas, bajando la producción de frutas.
Los estolones constituyen el método más fácil de propagación de plantas.

E. Flores

Echeverría, 1989 cita que la flor de la frutilla es de simetría actimorfa (radial) pedunculada con un grueso receptáculo que se hipertrofía después de la fecundación para convertirse en la parte carnosa y comestible de la planta. Las flores insertas en el eje central de la inflorescencia se abren primero y dan frutos más grandes, las insertas en los ejes secundarios y terciarios y así sucesivamente tiene un número menor de pistilos y dan frutos de menores dimensiones. Es frecuente que las flores más tardías no den fruto sino que aborten.

Echeverría, 1989 indica que las flores pueden ser perfectas (hermafroditas), con órganos masculinos y femeninos (estambres y pistilos), o imperfectas con un solo órgano masculino o femenino (unisexuales). Cada flor perfecta está constituida por un cáliz compuesto normalmente por 5 sépalos, o más frecuentemente por un número variable; una corola compuesta generalmente por 5 pétalos que a menudo pueden ser más de 12, generalmente blancos de forma variable, desde elípticos a redondeados u ovalados; por numerosos órganos masculinos (estambres) compuestos cada uno por filamento, de longitud variable que sostiene las anteras que contienen el polen. Están dispuestas en tres verticilos, fundamentalmente en número múltiplo de 5, desde 5 hasta 40, insertos en la periferia de un órgano que tiene la forma de copa invertida (receptáculo). Las flores son de color blanco – rosado, van en inflorescencias largas y son polinizadas por insectos, en especial por abejas y por el viento. El verdadero fruto llamado “aquenio” corresponde a las pepitas que van insertas en un receptáculo carnoso, que constituye la parte comestible. Si la polinización no es completa y quedan pistilos sin polinizar, el fruto resultará deformado. Por esta razón es recomendable el uso de colmenas en un frutillar.

F. Inflorescencia

Folquer, 1989 escribe que las flores están agrupadas en inflorescencias, de tallos no modificados, en las que una bractea sustituye en cada nudo a una hoja,

mientras que la yema axilar de ésta se desarrolla en una rama secundaria o eje de la inflorescencia. Las inflorescencias son del tipo “cima bipora” que pueden tener un raquis con ramificación alta o ramificación basal, para el primer caso dan una mayor facilidad para la recolección y en el segundo dan a veces frutos más grandes.

G. Fruto

Folquer, 1989 señala que la fresa es un fruto múltiple denominado botánicamente “etéreo”, cuyo receptáculo constituye la parte comestible. El receptáculo maduro tiene hasta 5 cm de diámetro de formas achatadas, globosa, cónica alargada, cónica alargada con cuello, en cuña alargada y en cuña corta. Su color puede ser rosado, carmín, rojo o púrpura. El receptáculo ofrece una gran variedad de gustos, aromas y consistencia que caracterizan a cada variedad. Los aquenios, llamados vulgarmente semillas, son frutos secos indeiscentes, uniseminados de aproximadamente 1 mm de largo que se encuentran insertados en la superficie del receptáculo o en pequeñas depresiones más o menos profundas denominadas criptas, el color de los aquenios puede ser amarillo, rojo, verde o marrón. Un fruto mediano suele tener de 150 a 200 aquenios, pudiendo llegar hasta 400 en los frutos de gran tamaño.

2.4.1.3. Variedades

Proexant, 2004 escribe que en todo cultivo la elección de la variedad a cultivar constituye el paso fundamental para conseguir los mejores niveles de productividad. En el caso particular de la fresa o frutilla la renovación de variedades ha caminado muy rápidamente gracias al avance y progreso en el conocimiento de la genética de la especie y a la introducción inmediata de nuevas variedades que han sido sometidas a su adaptación a los diferentes medios ecológicos.

Proexant, 2004 señala que en todos los países donde se cultiva frutilla los productores se han preocupado preferentemente en seleccionar las mejores variedades de acuerdo a sus medios ecológicos, técnicas de cultivo, resistencia a plagas y enfermedades, tipos de fruta, color y uso.

Proexant, 2004 indica que las variedades de mayor importancia cultivadas en el Ecuador son: Camarosa, Chandler, Oso Grande y Pájaro , y en menor

escala Fern, Douglas, Seascape, Irvine, Selva y otras.

2.4.1.4 Plagas y enfermedades

Montes, 1986 afirma que en la frutilla cultivada, los numerosos clones o cultivares de diferencias genéticas, varían enormemente en su reacción a los agentes patógenos. A su vez, una enfermedad o alteración en una planta se debe a la interacción entre el huésped (frutilla), y el patógeno (hongos, virus, bacterias, nemátodos, etc.), el vector y a las condiciones de desarrollo que favorecen la enfermedad, como: suelos salinos, deficiencias nutricionales, exceso de humedad, sequía, etc.

A. Enfermedades no infecciosas

Proexant. 2004, manifiesta que enfermedades infecciosas son aquellas en las que no hay un organismo patógeno como causal, y pueden deberse a factores fisiológicos, físicos o genéticos. Dentro de ellas podemos mencionar:

- Cara de gato o deformidad del fruto.
- Daño por heladas que afecta a flores y frutos.
- Fasciación o deformidad en el fruto que se debe a características varietales acentuadas por condiciones climáticas adversas, durante los periodos secos.
- Fruta deformada por daño de herbicidas (2-4D), deficiencias de microelementos, exceso de Nitrógeno, ataque de hongos o insectos que dañan físicamente a la flor, no permitiendo su normal fecundación.
- Albinismo, la fruta se presenta moteada rosada y blanca, la causa se cree puede ser un rápido crecimiento anormal por un exceso de Nitrógeno, problemas climáticos.
- Sequía, la pérdida normal de agua a través de las hojas durante la época seca, combinada con vientos secantes o altas temperaturas, pueden producir un stress y debilitamiento total de la planta, disminución del tamaño del fruto o desecamiento de ellos, dejándolos como pasas.
- Daño por exceso de sales, ya sea en el suelo o en el agua de riego, produce fitotoxicidad notoria en los márgenes de hojas y disminución en el crecimiento.
- Deficiencias nutricionales.

B. Plagas comunes

Folquer, et. al. 1989 indica que las plagas de la fresa son las siguientes:

a. ***Afidos*****:** Pulgón de la frutilla (*Pentatrichopus fragaefolii*), daña por succión de la savia, deteniendo el crecimiento de las plantas, y lo más importante es que a través de esta acción transmite virosis, el clima seco favorece el desarrollo de nuevas poblaciones. Se pueden controlar con insecticidas sistémicos y de contacto, entre los que se destacan Mevinphos (Phosdrin), Methomil (Lanate), Ethion, Disulfoton (Dysiston), Malathion, Endosulfan (Thiodan).

b. ***Arañitas*****:** Bimaculada (*Tetranychus urticae y cinnabarinus*). Con condiciones climáticas favorables, cada generación se completa en aproximadamente 20 días. Su daño se manifiesta desde comienzos de la época seca, observándose en el envés de las hojas pequeñas manchas amarillas, y si el ataque es muy intenso, la hoja toma una coloración café rojiza, secándose en muchos casos. Existen algunos enemigos naturales, y dentro de los productos químicos destacan: Cyahexatin (Plictran), Tetradifon (Tedion), Kelthane, Omite, Peropal, etc.

c. ***Thrips*****:** Ataca a las flores y frutos recién formados, no es de gran importancia económica, pero en EE. UU. hay especies cuarentenarias, por lo tanto, si se piensa exportar a ese país se debe controlar con: Malathion, Endosulfan (Thiodan), etc.

d. ***Gusanos Cortadores*****:** Larvas de lepidópteros (Copitarsia), que atacan la corona cortándola, a veces daña también los frutos formando galerías.

e. ***Gusano De La Frutilla*****:** *Otiorhynchus rugosos triayus*, que también ataca a la vid. La forma adulta se alimenta de las hojas y tallos y las larvas causan serios daños en la corona y raíces secundarias. Todo este tipo de gusanos o larvas se pueden controlar incorporando en los primeros 15 cm del suelo, durante la preparación algún insecticida de largo efecto residual.

f. ***Tarsonemidos*:** Producen encarrujamiento de los brotes, enanismo y hojas color bronce. Se debe lavar la planta previo a su plantación con Parathion o Folidol.

g. ***Gastropodos*:** Caracoles y babosas de jardín, de hábitos nocturnos que durante el día permanecen inactivos escondiéndose en lugares húmedos bajo la planta, su daño es fácil de identificar por la presencia de secreción brillante. El uso de Metaldehido, ya sea formulado como pellets (cebos tóxicos), gránulos o polvo aplicándose de preferencia en las tardes y sobre suelo húmedo los pueden controlar.

C. Enfermedades más comunes

Vera, et. al. 1993 expresan que las enfermedades de la fresa son:

a. ***Pudrición roja de la raíz*: (***Phytophthora gragariae)*** produce un marchitamiento generalizado de la planta durante la época seca, especialmente el segundo año de la plantación, lo que se debe a que todo el sistema radicular se ve comprometido, coincidiendo con la época de producción de frutas, en la cual la regeneración de raicillas es más lenta. Esta enfermedad es muy frecuente en terrenos mal drenados y con temperaturas bajas. Dentro de los síntomas destacan las hojas nuevas de un color verde pálido y las adultas amarillo rojizas. Sus raíces se presentan de un color oscuro y al hacer un corte longitudinal en ellas se verá el interior rojo. Su control es muy difícil por lo tanto se debe evitar plantar en terrenos mal drenados, arcillosos o que hayan sido cultivados anteriormente con un huésped susceptible.

b. ***Verticilosis*:** (*Verticillium alboatrum)**,*** hongo que sobrevive en el suelo por 8-12 años, produce un marchitamiento rápido de la planta en época seca, comenzando por las hoja periféricas, daño que generalmente ocurre en el primer año de la plantación. La enfermedad se observa en sectores aislados del plantel y muchas veces es confundida con falta de agua, porque en realidad es enfermedad vascular. Al igual que en el caso anterior, es mejor prevenir.

c. ***Moho Gris*:** (*Botrytis cinerea)* es un hongo que daña el fruto produciendo un ablandamiento, y cuando es muy severo se cubre completamente con vello gris. Su desarrollo se ve favorecido con la alta humedad y bajas temperaturas, puede penetrar en el fruto sin necesidad de heridas y durante la cosecha los frutos sanos pueden ser

contaminados con esporas provenientes de otros infestados. Cualquier factor que tienda a producir daños como magulladuras o exceso de manipuleo en la cosecha favorece la propagación de la enfermedad. Su control puede ser preventivo, evitando el crecimiento muy abundante del follaje y con aplicaciones de Benomyl (Benlate) y Captan, varias veces en la temporada de cosecha.

La fruta debe ser enfriada lo antes posible. El uso de plástico sobre la platabanda disminuye la incidencia de la enfermedad al evitar el contacto de la fruta con la tierra y el agua.

d. ***Viruela*****:** (*Ramularia fragariae)* presente en las zonas con altas temperaturas y neblinas o lluvias. Las hojas se ven manchadas con lesiones de color púrpura que van creciendo. Hay reducción del crecimiento total y bajas en la producción. Su control se puede hacer con Ferbam, Captan, etc. Al comienzo de las primeras lluvias.

e. ***Oidium*****:** (*Spaherotheca mascularis)* es un hongo muy común en áreas de gran humedad ambiental y frío. Los órganos más afectados son las hojas, cáliz de las flores y frutos. El síntoma más característico es el curvamiento de los márgenes de las hojas hacia arriba, acompañado de un velo blanquecino. Si el ataque es muy severo, el envés de las hojas adquiere un color rojizo. Se recomiendan aplicaciones de fungicidas sistémicos al comienzo del verano.

Hay otros hongos que atacan el fruto después de la cosecha como: *Rhizopus sp, Rhizoctonia sp, Fusarium sp, Aspergillus niger, Sclerotinia, Penicillium expansum,* etc. La mayoría de los patógenos se pueden evitar, cosechando y almacenando a bajas temperaturas rápidamente.

2.4.1.5. Cosecha

Proexant. 2004 manifiesta que generalmente en el Ecuador, las frutillas están listas para la recolección después de los 30 a 40 días de la floración.

La recolección se realiza cuando el fruto ha adquirido el color típico de la variedad, al menos en 2/3 a ¾ de la superficie, dependiendo del destino o

mercado, de tal manera que pueda resistir el transporte.

La cosecha se efectúa en numerosas pasadas por la plantación. Se arrancan los frutos de acuerdo al mercado, en fresco o en congelado. Para el primer caso se realiza con cuidados especiales, lo que le hace más costoso. Los frutos tienen que conservar el cáliz y una pequeña parte del pedúnculo.

Para el segundo caso, es decir para procesamiento, es menos delicado y la fruta queda sin el cáliz.

2.4.2. FERTIRRIEGO

Según López, 1997 el método de "fertirriego" combina la aplicación de agua de riego con los fertilizantes. Esta práctica incrementa notablemente la eficiencia de la aplicación de los nutrientes, obteniéndose mayores rendimientos y mejor calidad, con una mínima polución del medio ambiente.

Fereres, 1981 escribe que el fertirriego permite aplicar los nutrientes en forma exacta y uniforme solamente al volumen radicular humedecido, donde están concentradas las raíces activas. Para programar correctamente el fertirriego se deben conocer la demanda de nutrientes en las diferentes etapas fenológicas del ciclo del cultivo. La curva óptima de consumo de nutrientes define la tasa de aplicación de los nutrientes, evitando así posibles deficiencias o consumo de lujo.

2.4.2.1 Ventajas y desventajas

Doorenbos J, 1976 menciona que las principales ventajas de la fertirrigación se pueden resumir en lo siguiente:

- Reducida fluctuación de la concentración de nutrientes en el suelo a través de la estación de crecimiento.
- Facilidad de adaptar la cantidad y concentración de un nutriente específico respecto a los requerimientos del cultivo.

- Adecuado uso de mezclas de fertilizantes y/o fertilizantes líquidos balanceados con microelementos que son difíciles de distribuir en el terreno.
- Aplicación precisa de nutrientes de acuerdo a la demanda del cultivo por lo que se evita la concentración excesiva de fertilizante en el suelo y lixiviación fuera de la zona de humedecimiento.
- Aplicación de agua y fertilizantes solamente a un volumen determinado de suelo, donde las raíces están más activas, incrementándose la eficiencia del uso del fertilizante y reduciendo su impacto ambiental.
- Reducción en el tráfico de maquinaría agrícola en el campo.
- Fabricación "a la carta" de fertilizantes concentrados adaptados al cultivo, agua de riego y condiciones climáticas durante todos y cada uno de los días del ciclo del cultivo.
- Automatización de la fertilización.

Entre los posibles inconvenientes del sistema podemos citar:

- Costo inicial de la infraestructura.
- Obturación de goteros.
- Necesidad de manejo del sistema por personal especializado. Un mal manejo de la fertirrigación puede provocar daños como: acidificación excesiva, lavado de nutrientes y/o salinización del suelo.

Doorenbos J, 1976 dice que las grandes ventajas que aporta el sistema de fertirrigación compensan sobradamente los inconvenientes citados que, por otra parte, pueden tener una solución relativamente simple.

Hernández A, 1979 manifiesta que el costo inicial se puede amortizar en poco tiempo y la obturación de goteros se puede evitar si se sigue una tecnología de fertirrigación adecuada. El problema de formación del personal se puede resolver mediante cursos de formación y obras de divulgación escritas por los especialistas que puedan informar de sus propias experiencias.

Respecto al cultivo de frutilla Proexant, 2004, dice que aunque los fertilizantes

implican una pequeña fracción de los costos de producción de frutilla, son realmente importantes para maximizar el rendimiento y calidad de la fruta y para minimizar el potencial impacto ambiental negativo causado por la lixiviación de nitratos por exceso de fertilización. Con el incremento del uso de mulch plástico, el uso de fertilizantes vía riego es común para suplementar los requerimientos de fertilización de esta especie. Con otra técnica que no sea la fertirrigación es muy difícil aplicar los fertilizantes en la zona radicular bajo el mulch de polietileno.

Degremont, 1979, recomiendan la inyección de nitrógeno y potasio según la temporada de 0 a 15 días 0.3 (kg/ha/día) de N y K2O, de 15 a 80 días 0.8 (kg/ha/día) de N y K2O.

2.4.2.2. Requerimientos Hídricos

Alsina G. 1984, manifiesta que los riegos deberán ser moderados y aplicados solo cuando las plantas tengan verdadera necesidad de agua. Es conveniente regar con mayor frecuencia en la época previa a la floración, siempre que se suspenda cuando los frutos comiencen a desarrollarse, pues el exceso de agua en esta época da como resultado frutos poco fragantes e insípidos.

Montes . 1986, señala que la cantidad y frecuencia de riego depende de varios factores como clima, suelo, variedad y edad de la plantación. En general se debe regar luego de la plantación, y otro a los cinco días y cada quince días dependiendo del ambiente, tratando de mantener un buen nivel de humedad en los primeros 10 a 15 cm del suelo. Branzatti 1989 expresa que investigaciones han revelado que la absorción del fósforo y potasio se reduce con el aumento de las deficiencias hídricas del suelo.

Folquer . 1986 manifiesta que es exigente en humedad, en más de 80% de la capacidad de campo. Además es sensible al contenido de sales en el agua, y se indica que cuando la cantidad de cloruro de sodio sobrepasa a las 100ppm, se produce reducción de los rendimientos. Indica que en periodos de alta temperatura, se riega cada

4 a 5 días y en periodos húmedos cada 7 a10 días. Dado que los distintos suelos requieren diferentes frecuencias de riego, recomienda colocar en el campo tensiómetros.

2.4.2.3. Cálculo de las necesidades del riego

Gutiérrez A, 2010 manifiesta que el diseño de métodos de riego se basa en las exigencias del régimen de riego. El método de riego ha de ser capaz de abastecer el volumen de agua requerido durante la etapa de máximo consumo de agua por el cultivo. Por lo tanto, el primer paso por dar, es identificar dicha etapa y obtener los datos pertinentes. A partir de eso se determina el régimen de riego y se procede al diseño del método de riego.

Por el mismo proceso se determina el régimen de riego para las demás etapas de desarrollo del cultivo, más se han de tomar en consideración tanto las variables del clima, como el desarrollo del cultivo durante cada etapa. A fin de elaborar un calendario de riego.

Datos requeridos para la determinación del régimen de riego

Gutiérrez A, 2006 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.

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.

Cultivo

- Especie y variedad. O etapas de desarrollo del cultivo.
- Coeficiente del cultivo (Kc) 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.

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/cm3 por cada capa u horizonte.

Parcela

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

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.

Método de riego

- Características del emisor, modelo, dímetro de cobertura, descarga, presión, etc.
- Espaciamiento entre emisores y laterales.
- Eficiencia del riego.

2.4.2.2. Consumo del agua del suelo

Rodríguez. et. al. 1976 menciona que la cantidad de agua que puede almacenarse en un suelo es importante para determinar con cuánta agua se debe regar un campo.

El tiempo que debe transcurrir entre un riego y otro, o sea cuando se debe regar, depende del consumo del agua aprovechable del suelo por el cultivo.

Si se conoce la cantidad de agua que diariamente se extrae del suelo un cultivo, se sabrá aproximadamente el tiempo que durará el agua aprovechable.

Rodríguez. et. al. 1976 indica que el agua aprovechable almacenada en el suelo se evapora de la superficie y es transpirada por los órganos aéreos de las plantas, especialmente por las hojas. Es imposible medir separadamente la cantidad de agua evaporada de la consumida por transpiración. Generalmente se determina un solo valor para ambos procesos. A este valor se le denomina “Evapotranspiración (ET) o uso consuntivo”.

Degremont, 1979 manifiesta que también influye en la evapotranspiración ciertas características de la planta como: la superficie foliar, número y sensibilidad de los estomas, grosor e impermeabilidad de la cutícula de las hojas y facilidad con que se transmite el agua dentro de la planta. El más importante de estos es la superficie foliar. La (ET) depende más del clima, cantidad de energía solar, humedad del aire, luminosidad y velocidad del viento. La evapotranspiración varía con el periodo vegetativo de la planta.

2.4.2.5 Fertilizantes: solubilidad y fuentes

Doorenbos J, 1976 señala como una desventaja que qn los programas de fertirrigación se consideran normalmente las dosis de N, P2O5 y K2O y los requerimientos de agua diarios por unidad de área. Estos datos son entonces empleados para definir el tipo de fertilizante a usar y método de aplicación. Como no existe una estructura comercial involucrada en el uso de fertilizantes sólidos para formular soluciones líquidas a nivel de campo, existe una falta de información al respecto, de tal forma que a menudo pueden ocurrir precipitaciones por uso de concentraciones excesivas. Por otro lado considera, el costo de los fertilizantes solubles varía considerablemente. La fórmulas más caras son aquellas que contienen soluciones multi-nutrientes y las más económicas son los fertilizantes simples disponibles en el mercado, tales como urea y cloruro de potasio.

Doorenbos J, 1976 cita que no existe evidencia científica para preferir fertilizantes sólidos o líquidos; así que solamente la calidad, costo, facilidad de aplicación y disponibilidad del fertilizante son los factores tomados en cuenta por los productores.

Fao, 1972 señala que la fertirrigación exige que los fertilizantes sean solubles, dejando un mínimo de impurezas; que sean compatibles entre ellos, para que no reaccionen formando precipitados que pudiesen obturar los emisores, y que sean compatibles con los iones contenidos en el agua de riego y con su pH. Como norma general, el ión sulfato es incompatible con el calcio, y los fosfatos, con el calcio y el magnesio. En aguas calcáreas debe evitarse la aplicación de fosfatos y polifosfatos excepto cuando considere indispensable, y con extremada precaución.

Fao, 1972 considera a la solubilidad como una propiedad importante para seleccionar los fertilizantes a emplear. En principio, quedan descartados aquellos fertilizantes que contengan aditivos para mejorar su conservación o hacer más lenta su liberación, siendo preferibles los fertilizantes obtenidos por cristalización.

2.5. HIPÓTESIS

Las variaciones en las láminas y frecuencias de riego inciden en la productividad del cultivo de fresa.

2.6. VARIABLES DE LA HIPÓTESIS

La variable independiente es la lámina de fertirriego aplicada en tres volúmenes y dos frecuencias. Las variables dependientes son aquellas que miden el crecimiento y desarrollo del cultivo de fresa.

2.6.1 Operacionalización de variables

La operacionalización de variables para los factores en estudio se muestra en el cuadro 1.

CUADRO 1. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

CONCEPTO	CATEGORIA	INDICADOR	INDICE
Lámina riego Variable Independiente	Volumen	(mm / día) – l/día	125% necesidad hídrica día 100% necesidad hídrica día 75% necesidad hídrica día
	Frecuencia	(Nº riegos/ día)	1 riego cada 24 h 4 riegos en 24 h

CONCEPTO	CATEGORIA	INDICADOR	INDICE
Producción Variable Dependiente	Prendimiento	➢ Plantas prendidas en relación a plantadas	Porcentaje
	Floración	➢ Tiempo transcurrido desde la plantación hasta la aparición de flores	Número de días
	Fructificación	➢ Tiempo transcurrido desde la plantación hasta la aparición de frutos	Número de días
	Plagas y enfermedades	➢ Incidencia de plagas ➢ Incidencia de enfermedades	Porcentaje Porcentaje
	Rendimiento	➢ Primera, segunda y tercera categoría ➢ Producción por hectárea	Kg/ha Kg/ha

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación es fundamentalmente cuantitativa, puesto que en la investigación se planteó determinar la frecuencia de riego por goteo y la lámina de fertirriego que incide en el mejor rendimiento en el cultivo de fresa. La investigación es documental ya que se requirió de mucha información acerca de investigaciones anteriores, leyes y aspectos de calidad. La modalidad de la investigación es experimental y de campo porque se identificaron las variaciones en el rendimiento del cultivo con diferentes frecuencias de riego por goteo y láminas de fertirriego.

3.2. UBICACIÓN DEL ENSAYO

El presente ensayo se efectuó en la provincia de Tungurahua, cantón Ambato, parroquia Huachi Grande, en el Barrio Sagrado Corazón de Jesús, cuyas coordenadas geográficas son 1º 19´ 0”de latitud Sur y 78º 38´52”de longitud Oeste, a la altitud de 2700 msnm. (Sistema de posicionamiento global, GPS).

3.3. CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR

3.3.1. Clima

Temperatura máxima:	18,3ºC
Temperatura promedio anual:	12,5ºC
Temperatura mínima:	8ºC
Humedad relativa promedio anual:	76%
Precipitación promedio anual:	582 mm
Velocidad del viento	8,5 Km/h

Evaporación promedio anual	1157 mm

Estación meteorológica Querochaca (INAMHI, 2000-2009)

3.3.2. Suelo

La textura del suelo es franco arenoso, con una pendiente del 5%, con buen drenaje y materia orgánica del 1%, de reacción ligeramente ácida (pH 6).

3.3.3. Agua

Se utilizó agua proveniente del canal de riego Cunucyacu Chimborazo, la misma que presentó pH de 7 apta para el cultivo.

3.3.4. Ecología

Según Holdridge (1982), el sector corresponde a la formación ecológica estepa espinosa Montano bajo (ee-MB), en transición con bosque seco Montano Bajo (bs-MB). En el lugar se encuentran cultivos como frutales de hoja caduca (claudia, pera, capulí).

3.4. FACTORES EN ESTUDIO

La aplicación de las tres láminas de riego y dos frecuencias se efectuó a partir de la plantación, hasta los seis meses de edad del cultivo .

3.4.1. Láminas de riego

125% de lámina de riego (4,9 mm)	**L1**
100% de lámina de riego (3,9mm)	**L2**
75% de lámina de riego (2,9 mm)	**L3**

3.4.2. Frecuencias

Tradicional: Cada 24 horas (una vez por día). **F1**

Por pulsos: Cada 6 horas (cuatro veces por día) **F2**

3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un Diseño de Parcelas Divididas (D.P.D), con tres repeticiones, en las parcelas grandes se ubicaron las frecuencias de riego, y en las subparcelas las láminas de riego.

3.6. TRATAMIENTOS

Se estudió el efecto de seis tratamientos, que resultan de la combinación de los métodos de riego por goteo y láminas de riego.

CUADRO 2. TRATAMIENTOS

Nº	Cód.	Descripción.
1	F1L1	Frecuencia de riego por goteo tradicional y 125 % lámina de riego
2	F1L2	Frecuencia de riego por goteo tradicional y 100 % lámina de riego
3	F1L3	Frecuencia de riego por goteo tradicional y 75 % lámina de riego
4	F2L1	Frecuencia de riego por goteo por pulsos y 125 % lámina de riego
5	F2L2	Frecuencia de riego por goteo por pulsos y 100 % lámina de riego
6	F2L3	Frecuencia de riego por goteo por pulsos y 75 % lámina de riego

3.6.1. Análisis Estadístico y Económico

Los datos se analizaron bajo un Diseño de Parcelas Divididas (D.P.D), con tres repeticiones, Para las fuentes de variación con diferencia estadística, se realizó

la prueba de Tukey al 1 %.

El análisis económico de los tratamientos se efectuó mediante la metodología de la Relación Beneficio Costo.

3.7. CARACTERÍSTICAS DEL ENSAYO

Descripción	Características	Unidad de medida
Largo de cama	5	m
Ancho de cama	0,4	m
Área de la cama	2	m²
Distancia entre camas	0,4	m
Número de camas por tratamiento	7	
Área por tratamiento	28	m²
Número de tratamientos	6	
Número de repeticiones	3	
Número de parcelas	18	
Caminos	1	m entre parcelas grandes
Caminos	0,5	m entre tratamientos
Distancia entre plantas	0,28	m
Filas por cama	2	
Número de plantas por cama	36	
Número de plantas por tratamiento	250	
Número de plantas total	4500	
Área total del ensayo	554,4	m²

3.8. DATOS TOMADOS

3.8.1. **Prendimiento**.

Se expresó en porcentaje, se calculó contabilizando el número de plantas prendidas a los 35 días después de la plantación y se realizó una relación tomando en cuenta el número de plantas transplantadas. (Ochoa. 2005)

3.8.2. **Días a la floración**.

Se expresó en número de días a la floración, se contabilizó los días transcurridos desde la plantación hasta que el 50 % de las plantas presentaron flores abiertas. (Ochoa. 2005)

3.8.3. **Días a la fructificación.**

Se contabilizó los días transcurridos desde la plantación hasta que el 50% de las plantas presentaron frutos. (Ochoa. 2005)

3.8.4. **Días a la primera cosecha**

Se expresó en número de días a la primera cosecha, se contabilizó los días transcurridos desde la plantación hasta que los frutos presentaron el 75% de madurez. (Ochoa. 2005)

3.8.5. **Rendimiento total y por categorías.**

Se expresó en kg/ha. Se pesó el total de cada parcela de todos los tratamientos de las tres repeticiones y se clasificó en tres categorías: Fresa primera (Mas

de 25 g), fresa segunda (De 12 a 24 g), y fresa tercera (Menos de 12 g). Se realizaron dos cosechas por semana de las cuales se sumó los valores para tener el rendimiento por semana y para realizar el análisis estadístico se trabajó con el promedio semanal (Ochoa. 2005)

3.8.6. Incidencia de plagas

Se expresó en % por tratamiento. Se registró el porcentaje de incidencia de plagas en el fruto durante cada cosecha hasta los seis meses del cultivo y se para el análisis estadístico se realizó un promedio de todas las semanas. Para determinar el porcentaje se clasifico los frutos buenos y los dañados por plagas, para luego pesarlos por separado y del peso total determinar los porcentajes correspondientes. (Ochoa. 2005)

3.8.7. Incidencia de enfermedades.

Se expresó en % por tratamiento. Se registró el porcentaje de incidencia de enfermedades en el fruto durante cada cosecha hasta los seis meses del cultivo, para el análisis estadístico se realizó un promedio de todas las semanas. Para determinar el porcentaje se clasifico los frutos buenos y los dañados por enfermedades, para luego pesarlos por separado y del peso total determinar los porcentajes correspondientes. (Ochoa. 2005)

3.8.8. Relación Beneficio/Costo

Se consideró los costos directos e indirectos que se utilizó durante el ciclo del cultivo calculando los costos de producción totales por tratamiento y considerando los ingresos potenciales provenientes de la venta de frutos se determinó la relación beneficio /costo por hectárea. (Taipe. 2008)

3.9. MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN

3.9.1. Características del cultivo

El cultivo nuevo de fresa de variedad Diamante fue establecido en camas cubiertas con plástico y método de riego por goteo, las plantas son provenientes de Argentina.

3.9.2. Delimitación de parcelas

El ensayo se distribuyó en camas de 0,4 m de ancho y cada tratamiento tuvo 7 camas y 36 plantas por cama. Cada tratamiento tuvo una separación de 1m de distancia y fue identificado con letreros.

3.9.3. Determinación de la lámina de riego

Para determinar la lámina de riego de 3,9mm por día se calculó en base a parámetros de suelo, clima, materiales de riego y cultivo**.**

3.9.4. Aplicación del fertirriego

Las láminas de fertirriego aplicadas fueron tres y las frecuencias dos, de cuya combinación resultan 6 tratamientos. La fertilización se la realizó tres veces por semana con dosis de 174Kg/ha de Nitrógeno, 48Kg/ha de Fósforo y 240Kg/ha de Potasio.

La aplicación se la realizó utilizando el método de riego por goteo. Para la frecuencia de una vez al día se realizó como lo hacen actualmente los productores, es decir el sistema manual, para el caso de la frecuencia de cuatro veces al día se utilizó válvulas eléctricas conectadas a un programador de riego.

3.9.5. Poda

La poda se la realizó cada 3 semanas. Consiste en eliminar estolones

durante los primeros tres meses y a partir del cuarto mes en eliminar hojas maduras y estructuras que culminaron su etapa de producción de frutos.

3.9.6. Deshierbes

Los deshierbes fueron manuales, utilizando azadilla en los caminos y mano en las camas, los mismos que se efectuaron en tres ocasiones durante la duración del ensayo, con una frecuencia de 2 meses.

3.9.7. Riegos

Los riegos fueron por goteo, con las frecuencias anteriormente indicadas. A través del riego se dotó de fertirrigación a las plantas.

3.9.8. Cosecha

La cosecha se la realizó manualmente cuando el fruto presentó coloración roja en un 75%. Se realizaron 2 cosechas por semana (días martes y sábados).

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS, ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y DISCUSIÓN

4.1.1. Porcentaje de prendimiento.

En el anexo 1, se presentan los valores del porcentaje de prendimiento, mediante la evaluación de diferentes láminas y frecuencias de riego en la producción de fresa, con valores que fluctuaron entre 40,00% hasta 63,90% de prendimiento, con promedio general de 47,37%. El análisis de variancia (cuadro 3), estableció que no existió significancia estadística en los factores láminas de riego, frecuencias de riego e interacción entre factores. Con un coeficiente de variación de 12,73%.

CUADRO 3. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA VARIABLE PORCENTAJE DE PRENDIMIENTO

Fuente	GL	S.C.	C.M	F-Valor	sign.
Total correcto	17	1077.65			
Frecuencias	1	188.18	188.18	5.17	ns
Repeticiones	2	30.00	15.00	0.41	ns
Error A	2	71.123	35.56		
Laminas	2	16.00	8.00	0.22	ns
F*L	2	481.33	240.66	6.62	*
Error B	8	291.01	36.37		

Coef. de var. = 12,73%
ns= no significativo
*= significativo al 5%

El factor frecuencias de riego no registró diferencias estadísticas entre los tratamientos, la mejor respuestas de prendimiento se presentó en el tratamiento de la aplicación por pulsos con 50,61% y la menor respuesta el tratamiento mediante la aplicación tradicional con 44.14%. El factor láminas de riego reporto igual tendencia que el anterior factor sin que existan diferencias estadísticas entre los tratamientos. El mayor valor de prendimiento registro el tratamiento mediante la aplicación de la

lámina de riego 125% con 48.48% días y el menor porcentaje el tratamiento de la lámina de riego 100% con 45.56%.

Los bajos niveles de prendimiento de plantas obedecen a la deshidratación que sufrieron las plantas al proceder a plantarlas y la mala calidad del embarque de plantas que se utilizaron en el ensayo, ya que las plantas del mismo embarque utilizadas en otras plantaciones cercanas presentaron el mismo comportamiento. Para el trasplante de las plantas que sustituyeron a las muertas en un inicio se retiró las hojas y se obtuvo mejores resultados, sin embargo se puede notar por los resultados obtenidos que las plantas que recibieron mayor cantidad de agua y a una mayor frecuencia, toleraron mejor la deshidratación

Al evaluar la separación de medias en la prueba de significación de Tukey al 1% en la variable porcentaje de prendimiento (cuadro 4). El mayor rendimiento se reportó el tratamiento F2L2 (Frecuencia de riego por pulso con una lámina de riego de 100%) con promedio de 55,50%, al ubicarse en el primer rango; seguido del tratamiento F2L1 (frecuencia de riego por pulso con una lámina de riego 125%) con 54,20% de prendimiento, sin que difieran estadísticamente entre ellos. El menor porcentaje de prendimiento registró el tratamiento F1L2 (Frecuencia de riego tradicional con una lámina de riego de 100%), con 39,76%, al ubicarse en el último rango y lugar en la prueba.

CUADRO 4. SEPARACIÓN DE MEDIAS PARA LA VARIABLE PORCENTAJE DE PRENDIMIENTO EN LA INTERACCIÓN FRECUENCIA DE RIEGO Y LAMINA DE RIEGO.

	Número de		
Tukey Agrupamiento	Media observaciones	L x F	
5 F2L2	3	55.50	A
4 F2L1	3	54.20	A
3 F1L3	3	50.10	B
1 F1L1	3	42.56	C
6 F2L3	3	42.13	C
2 F1L2	3	39.76	C

4.1.2. Días a la floración.

En el anexo 2 se presentan los valores de los días a la floración con valores promedios entre 87 y 88 días con un promedio general de 87.66 días. Al efectuar el análisis de varianza se reportó que tanto el factor frecuencias de riego como el factor láminas de riego y la interacción no registraron significancia estadísticas ($P \geq 0.05$). El factor frecuencias de riego registró un promedio para los dos métodos de aplicación de 87,66 días sin que difieran estadísticamente ni numéricamente entre ellos. El factor láminas de riego reporto igual tendencia que el anterior factor sin que existan diferencias estadísticas entre los tratamientos. El mayor valor registro el tratamiento mediante la aplicación de la lámina de riego 75% con 87.8333 días y el menor tiempo de la lámina de riego 100% con 87.50 días.

Los días a la floración no presentan diferencia estadística por efecto de los diferentes tratamientos. Es posible que la uniformidad en la floración se vea influenciada de gran manera debido a la aplicación de giberelinas que se aplica al cultivo ya que los investigadores indican que las giberelinas incrementan tanto la división como la elongación celular, debido a que tras la aplicación de giberelinas se incrementa el número de células y la longitud de las mismas. En el caso de las auxinas, el debilitamiento de la pared celular, necesario para el alargamiento celular, está mediado en parte por la acidificación de la misma. Sin embargo, éste no parece ser el mecanismo de acción de las giberelinas. Las giberelinas pueden inducir el crecimiento a través de una alteración de la distribución de calcio en los tejidos. Los iones calcio inhiben el crecimiento de los hipocótilos de lechuga, y esta inhibición puede ser revertida por la aplicación de giberelina (GA_3). (Universidad Politécnica de Valencia, 2003)

4.1.3. Días a la fructificación.

En el anexo 3 se presentan los valores de los días a la fructificación con valores promedios entre 102 y 103 días con un promedio general de 102.5 días. Al efectuar el análisis de varianza se reportó que tanto el factor frecuencias de riego

como el factor láminas de riego y la interacción no registraron significancia estadísticas (P≥0.05).

CUADRO 5. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA VARIABLE DÍAS A LA FRUCTIFICACIÓN.

Fuente	GL	S.C.	C.M	F-Valor	sign.
Total correcto	17	8,5			
Frecuencias	1	0,50	0.50	3.00	ns
Repeticiones	2	0.33	0.16	1.00	ns
Error A	2	0.33	0.16		
Laminas	2	0.33	0.16	0.33	ns
F*L	2	3,00	1,50	3,00	ns
Error B	8	4.00	0.50		

Coef. de var. = 0,69%
ns= no significativo

El factor frecuencias de riego tradicional registró el mayor tiempo de ocurrencia de los días a la fructificación con un promedio de 102.66 días y el menor riego por pulsos con 102.33 sin que difieran estadísticamente ni numéricamente entre ellos. El factor láminas de riego reporto igual tendencia que el anterior factor sin que exista diferencias estadísticas entre los tratamientos solo existió diferencias numéricas. El mayor valor registro el tratamiento mediante la aplicación de la lámina de riego 75% con 102.66 días y el menor tiempo de la lámina de riego 100% con 102.33 días.

4.1.4. Días a la cosecha.

En el anexo 4, se presentan los valores de días a la cosecha, mediante la evaluación de diferentes láminas y frecuencias de riego en la producción de fresa, con valores que fluctuaron entre 125 hasta 132 días, con promedio general de 128.22. El análisis de variancia (cuadro 6), estableció que existieron diferencias estadísticas altamente significativas en el factor láminas de riego (P≤0.01), en tanto que los factores frecuencias de riego e interacción entre factores no presentaron diferencias estadísticas (P≥0.05). Con un coeficiente de variación de 1.16%.

CUADRO 6. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA VARIABLE DÍAS A LA COSECHA.

Fuente	GL	S.C.	C.M	F-Valor	sign.
Total correcto	17	171.11			
Frecuencias	1	64.22	64.22	10.32	ns
Repeticiones	2	1.77	0.88	0.14	ns
Error A	2	12.44	6.22		
L	2	60.11	30.05	13.53	**
F*L	2	14.77	7.38	3.32	ns
Error B	8	17.77	2.22		

Coef. de var. = 1,16%
ns= no significativo
**: altamente significativo

Mediante la prueba de significación de Tukey al 1% para los tratamientos en la variable días a la cosecha al evaluar las frecuencias de riego, se establecieron la no existencia de diferencias estadísticas entre los tratamiento. El mayor día la cosecha se registró en el tratamiento mediante la frecuencia de riego tradicional con 130.1 días y el menor el tratamiento en la frecuencia de riego por pulsos con 126.33 días.

Evaluado el factor láminas de riego, en los días a la cosecha, la prueba de significación de Tukey al 1% registró diferencias estadísticas entre el tratamiento lamina de riego 75% con el resto de tratamientos entre las láminas de riego 100 y 125% (cuadro 7). El mayor número de días a la cosecha reporto el tratamiento láminas de riego 100% con 129.83 días seguido del tratamiento láminas de riego 125% con 129.16 días sin que difiera estadísticamente entre estos tratamientos y la menor respuesta el tratamiento láminas de riego 75% con 125.66 días.

CUADRO 7. SEPARACIÓN DE MEDIAS PARA LA VARIABLE DÍAS A LA COSECHA EN LA LÁMINAS DE RIEGO.

		Número de	
Tukey Agrupamiento	Media	observaciones	LÁMINAS DE RIEGO
A	125.6667	6	L2 75% de lámina de riego
B	129.1667	6	L1 125% de lámina de riego
B	129.8333	6	L3 100% de lámina de riego

Al igual que la floración, la fructificación se ve influenciada por la acción de las giberelinas ya que en estudios con otras especies se ha determinado que la principal aplicación de las giberelinas es, sin embargo, en la producción de uvas de mesa. En algunos países, se aplican anualmente grandes cantidades de ácido giberélico sobre ciertas variedades de uva (*Vitis vinifera*). Estos tratamientos producen racimos llenos de uvas de mayor tamaño. (Universidad Politécnica de Valencia, 2003)

La diferencia en días a la cosecha se debe principalmente a que la planta al sentir el déficit de agua se ve en la necesidad de acelerar sus procesos metabólicos a fin de preservar la especie, por tal motivo el fruto que es el encargado de dar protección a las semillas maduró con anterioridad a los frutos que tuvieron suficiente dotación de agua. (Padgett-J, 2003)

4.1.5. Rendimiento primera categoría.

El anexo 5, se presenta los valores del peso de la fruta, registrado un rendimiento en la fruta de primera clase, para cada tratamiento y repetición, rendimientos que van desde 225 kg/ha/semana hasta 630 Kg/ha semana, con promedio general de 391.77 Kg/ha/semana. Según el análisis de variancia (cuadro 8), se registraron diferencias estadísticas altamente significativas para el factor láminas de riego (P≤0,01). El factor frecuencias de riego e interacción entre factores no reportaron significación estadística a nivel del 1%. El coeficiente de variación fue de 12.10%.

CUADRO 8. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO DE LA FRUTA DE PRIMERA.

Fuente	GL	S.C.	C.M.	F-Valor	sign.
Total correcto	17	181339.11			
Frecuencias	1	4672.22	4672.22	0.23	ns
Repeticiones	2	3104.11	1552.05	0.08	ns
Error A	2	40852.11	20426.05		
L	2	99993.44	49996.72	22.21	**
F*L	2	14710.77	7355.38	3.27	ns
Error B	8	18006.44	2250.80		

Coef. de var. = 12,10%
ns= no significativo
**: altamente significativo

Aplicando la prueba de significación de Tukey al 1% para los tratamientos en el rendimiento de la fruta de primera en la frecuencia de riego. Los menores rendimientos productivos se presentaron en el tratamiento mediante la frecuencia de riego tradicional con 375,67 Kg/ha y la mayor producción la frecuencia por pulsos con 407,89 Kg/ha sin que existan diferencias estadísticas entre los tratamientos.

Al evaluar el factor láminas de riego (cuadro 9), en el rendimiento de la fruta de primera, según la prueba de significación de Tukey al 1%, se demuestra que existió diferencias estadísticas entre las medias compartiendo el mismo rango de significancia los tratamientos con las láminas de riego con 100 y 75% con rendimientos entre 356,17 y 323,67 Kg/ha/semana en su orden; mientras que, el mejor rendimiento productivo y difiriendo estadísticamente entre el resto de tratamientos fue mediante la lámina de riego125% con 495,50 Kg/ha/semana.

CUADRO 9. SEPARACIÓN DE MEDIAS PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO DE LA FRUTA DE PRIMERA EN LA LAMINA DE RIEGO

		Número de	
Tukey	Agrupamiento	Media observaciones	LÁMINA DE RIEGO
A	495,50	6	1 125% de lámina de riego
B	356,17	6	2 100% de lámina de riego
B	323,67	6	3 75% de lámina de riego

Aplicando la prueba de significación de Tukey al 1% en la separación de medias en la interacción para tratamientos en la variable rendimiento de la fruta de primera se reportó que no existió diferencias estadísticas. El mayor rendimiento se reportó el tratamiento F1L1 (Frecuencia de riego tradicional con una lámina de riego de 125%) con promedio de 511,66 Kg/ha/semana, seguido del tratamiento F2L1 (frecuencia de riego por pulso con una lámina de riego 125%) con 479,33 Kg/ha/semana. El menor rendimiento registró el tratamiento F1L3 (Frecuencia de riego tradicional con una lámina de riego de 75%), con 270,33 Kg/ha/semana, al ubicarse en el último lugar en la prueba.

Como se puede observar en los resultados anteriores la productividad está directamente

relacionada con la cantidad de agua aplicada al cultivo estos resultados se corroboran con el trabajo realizado por (Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigaciones La Platina, 2003) en el que, se pudo observar que el estado hídrico de la planta está estrechamente correlacionado a la tasa de crecimiento de la baya, entre cuaja y pinta, y al rendimiento relativo de la vid y la producción exportable, obtenida en los diferentes tratamientos, varió entre 25 Mg ha-1, en T1, y 8,8 Mg ha-1.

4.1.6. Rendimiento segunda categoría.

En el anexo 6, se detalla el rendimiento de la fruta de segunda categoría, mediante la evaluación de diferentes láminas y frecuencias de riego para cada tratamiento y repetición, con valores que fluctuaron entre 113 y 313 Kg/ha/semana, con un promedio general de 179.00 Kg/ha/semana. Aplicando el análisis de variancia (cuadro 10), se observaron diferencias estadísticas altamente significativas (P≤0,01). para el factor láminas de riego y significativas para la interacción (P≤0,05). El factor frecuencias de riego no reportaron diferencias estadísticas (P≥0,05) a nivel del 1%, con un coeficiente de variación de 16.63%.

CUADRO 10. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO DE LA FRUTA DE SEGUNDA CATEGORÍA.

Fuente	GL	S.C.	C.M.	F-Valor	sign.
Total correcto	17	46740.00			
Frecuencias	1	1386.88	1386.88	0.42	ns
Repeticiones	2	4062.33	2031.16	0.62	ns
Error A	2	6590.11	3295.05		
Laminas	2	15866.33	7933.16	8.94	**
F*L	2	11737.44	5868.72	6.62	*
Error B	8	7096.88	887.11		

Coef. de var. = 16,63%
ns= no significativo
*= significativo
**: altamente significativo

Al evaluar la separación de media en la prueba de significación de Tukey al 1% para los tratamientos en el rendimiento de la fruta de segunda en la frecuencia de riego. Los

mayores rendimientos productivos se presentaron en el tratamiento mediante la frecuencia de riego tradicional con 187.78 Kg/ha/semana y la menor producción la frecuencia por pulsos con 170.22 Kg/ha/semana sin que exista diferencias estadísticas entre los tratamientos.

Al evaluar el factor láminas de riego, en el peso de la fruta de segunda, según la prueba de significación de Tukey al 1% (cuadro 11), se demuestra que existió diferencias estadísticas entre las medias compartiendo el mismo rango de significancia en los dos tratamientos con las láminas de riego con 75, 100% y difiriendo estadísticamente el tratamiento 125% con rendimientos de producción del menor al mayor entre 323,67; 356,17 y 495,50 Kg/ha en su orden.

CUADRO 11. SEPARACIÓN DE MEDIAS PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO DE LA FRUTA DE SEGUNDA EN LA LAMINA DE RIEGO.

Tukey Agrupamiento		Media observaciones	LAMINAS DE RIEGO
A	495.50	6	1 125% de lámina de riego
B	356,17	6	2 100% de lámina de riego
B	323.67	6	3 75% de lámina de riego

Analizando la variable de estudio rendimiento de la fruta de segunda categoría, con respecto a la interacción, aplicando la prueba de significación de Tukey al 1%, se establecieron tres rangos de significación (cuadro 12). La mejor respuesta se registró en el tratamiento F1L1 (Frecuencia de riego tradicional con una lámina de riego de 125%) con rendimientos de 258,33 Kg/ha/semana, seguido del tratamiento que recibió la frecuencia de riego tradicional con una lámina de riego de 100% (F1L2), con una producción de 181.33 Kg/ha/semana de promedio; valores medios registraron los tratamientos F2L1 y F2L2 con 174.00 y 173.33 Kg/ha/semana respectivamente, y con el menor promedio 123.66 Kg/ha/semana (F1L3), al ubicarse en el último lugar de la prueba y que difiere estadísticamente del mejor rendimiento productivo.

CUADRO 12. SEPARACIÓN DE MEDIAS PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO DE LA FRUTA DE SEGUNDA EN LA INTERACCIÓN FRECUENCIA DE RIEGO Y LAMINA DE RIEGO.

	Número de		
Tukey Agrupamiento	Media observaciones	L x F	
1 F1L1	3	258.33	A
2 F1L2	3	181.33	AB
4 F2L1	3	174.00	AB
5 F2L2	3	173.33	AB
6 F2L3	3	163.33	AB
3 F1L3	3	123.66	B

4.1.7. Rendimiento tercera categoría

En el anexo 7, se presentan los valores de rendimiento de la fruta de tercera categoría mediante la aplicación de diferentes frecuencias y láminas de riego, para cada tratamiento y repetición, con valores que fluctuaron desde 60 Kg/ha/semana hasta 146 Kg/ha/semana, con un promedio general de 107.66 Kg/ha/semana. El análisis de variancia (cuadro 13), estableció diferencias estadísticas significativas para la interacción ($P \leq 0.05$) y la no existencia de diferencias estadísticas para el factor frecuencias de riego y láminas de riego ($P \geq 0.05$). El coeficiente de variación fue de 21,90%.

CUADRO 13. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO DE LA FRUTA DE TERCERA CATEGORÍA.

Fuente	GL	S.C.	C.M.	F-Valor	sign.
Total correcto	17	14516.00			
Frecuencias	1	3146.88	3146.88	5.97	ns
Repeticiones	2	336.00	168.00	0.32	ns
Error A	2	1053.77	526.88		
Laminas	2	281.33	140.66	0.25	ns
F*L	2	5277.77	2638.88	4.78	*
Error B	8	4420.22	552.52		

Coef. de var. = 21,90%
ns= no significativo
*= significativo

Con respecto al factor frecuencia de riego en la separación de medias se determinó que no existió diferencias estadísticas entre las medias de los tratamientos Tukey al 1% en la frecuencia de riego tradicional y por pulsos. El menor rendimiento productivo en la fruta de tercera se consiguió en la frecuencia de riego tradicional (F1) con 94,44 Kg/ha/semana y el mayor por pulsos (F2) con 120,89 Kg/ha/semana sin diferir estadísticamente entre ellos.

Examinando los resultados obtenidos en el factor láminas de riego, es posible afirmar que, la lámina de aplicación 100% (L2) influyo para que se dé el mejor comportamiento en el rendimiento productivo de fresa de tercera con 112.67 Kg/ha/semana, seguido del tratamiento lamina 125% (L1) con 107.33 Kg/ha/semana y el menor rendimiento el tratamiento (L3) lamina de riego 75% con 103.0 Kg/ha sin que difieran estadísticamente entre ellos.

La prueba de significación de Tukey al 1% para la interacción de los tratamientos en el rendimiento productivo de la fruta de tercera, separó los promedios en dos rangos de significación bien definidos para el mayor y menor rendimiento productivo (cuadro 14). La mayor producción registró el tratamiento F2L3 (frecuencia de riego por pulso con una lámina de 75%) con 135.66 Kg/ha/semana y el menor el tratamiento F1L3 (frecuencia de riego tradicional con una lámina de 75%) con 70,33 Kg/ha/semana difiriendo estadísticamente entre ellos.

CUADRO 14. SEPARACIÓN DE MEDIAS PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO DE LA FRUTA DE TERCERA EN LA INTERACCIÓN FRECUENCIA DE RIEGO Y LAMINA DE RIEGO

		Número de	
Tukey	Agrupamiento	Media observaciones	L x F
6	F2L3	3	135.66 A
5	F2L2	3	128.66 A
1	F1L1	3	116.33 A
4	F2L1	3	98.33 AB
2	F1L2	3	96.66 AB
3	F1L3	3	70.33 B

4.1.8. Incidencia de Plagas

El anexo 8, presenta los valores de la incidencia de las plagas sobre el cultivo de fresa, registrado al momento de la evaluación para cada tratamiento y repetición, con una incidencia que van desde 3,0 hasta 17,0 con promedio general de 7.83. Según el análisis de variancia (cuadro 15), no se registraron diferencias estadísticas entre los tratamientos P(≥0.05). El coeficiente de variación fue de 17,67%. En la separación de media compartiendo el mismo rango de significancia y sin registrar diferencias estadísticas entre los tratamiento se registró en los factores frecuencia, láminas de riego e interacción.

CUADRO 15. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE INCIDENCIA DE PLAGAS.

Fuente	GL	S.C.	C.M.	F-Valor	sign.
Total correcto	17	34.500			
Frecuencias	1	4.500	4.50	27.00	*
Repeticiones	2	3.00	1.50	9.00	ns
Error A	2	0.33	0.16		
Laminas	2	4.33	2.16	1.13	ns
F*L	2	7.00	3.50	1.83	ns
Error B	8	15.33	1.91		

Coef. de var. = 17,67%
ns= no significativo
*: significativo

CUADRO 16. DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA PARA LA VARIABLE INCIDENCIA DE PLAGAS EN LA FRECUENCIA DE RIEGO.

		Número de		
DMS Agrupamiento		Media observaciones		FRECUENCIAS DE RIEGO
A	6,56	3	1 F1	Frecuencia de riego tradicional
B	9,44	3	2 F2	Frecuencia de riego por pulsos

4.1.9. Incidencia de Enfermedades

Mediante el anexo 9, se muestran los valores de la incidencia de las enfermedades en el cultivo de fresa que registró al momento del ensayo, para cada tratamiento y repetición, con una presencia que van desde 1,0% hasta 12,0% promedio general de 4.83. El análisis de variancia (cuadro 17), no estableció diferencias estadísticas en los factores de las frecuencias de riego e interacción ($P \geq 0.05$). El factor láminas de riego si registró diferencias estadísticas altamente significativas ($P \leq 0.01$) a nivel del 1%. El coeficiente de variación fue de 18,01%.

CUADRO 17. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA VARIABLE INCIDENCIA DE ENFERMEDADES.

Fuente	GL	S.C.	C.M.	F-Valor	Pr > F	sign.
Total correcto	17	66.50				
Frecuencias	1	4.500	4.50	6.75	0.1217	ns
Repeticiones	2	9.33	4.66	7.00	0.1250	ns
Error A	2	1.33	0.66	0.36		
Laminas	2	32.33	16.16	8.82	0.0095	**
F*L	2	4.33	2.16	1.18	0.3551	ns
Error B	8	14.66	1.83			

Coef. de var. = 18,01%
ns= no significativo
**: altamente significativo

Aplicando la prueba de significación de Tukey al 1% para los tratamientos en la incidencia de enfermedades en el cultivo de fresa. La mayor incidencia de las enfermedades se presentaron en el tratamiento mediante la lámina de riego 125% (L1) con 6.16 y la menor con la lámina de riego 75% con 3.0 sin que exista diferencias estadísticas entre los tratamientos. La lámina de riego que presento valores intermedios en la incidencia de las enfermedades fue el tratamiento 100% con 5.33 sin que difiera estadísticamente entre la menor y mayor presencia de enfermedades.

CUADRO 18. SEPARACIÓN DE MEDIAS PARA LA VARIABLE INCIDENCIA DE ENFERMERDADES LA LAMINA DE RIEGO.

Tukey Agrupamiento		Media observaciones	LAMINAS DE RIEGO
A	3,00%	6	1 125% de lámina de riego
BA	5,33%	6	2 100% de lámina de riego
B	6,16%	6	3 75% de lámina de riego

De los resultados anteriores se concluye que a mayor cantidad de agua existe a mayor presencia de enfermedades en el cultivo estos resultados confirma lo escrito por (Mª Lourdes de Bauer, 1987) que indica que el agua es uno de los factores esenciales para la vida vegetal. Las necesidades de agua en las plantas, están relacionadas con la evaporación en el sustrato (tierra) y la transpiración de la planta. Un exceso de agua durante mucho tiempo, puede ocasionar asfixia radicular; sobre todo si el terreno de que se dispone es un terreno arcilloso. Las raíces pudren y son el asiento de diferentes tipos de hongos. Los síntomas que manifiestan las plantas son: clorosis de sus hojas, desecación apical y caída de las mismas.

En las plantas de clima seco, un exceso de agua se acumula en los tejidos formando pústulas o edemas cristalinos, las hojas amarillean y caen. La falta de agua, si va acompañada de temperaturas elevadas, ocasiona marchitez prematura, siendo frecuente las secas o necrosis del ápice de tas hojas.

4.1.10. Rendimiento total de Fresa

En el anexo 10 se detalla el rendimiento total de fresa registrada, mediante la aplicación de diferentes frecuencias y láminas de riego, para cada tratamiento y repetición, con valores que fluctuaron entre 425 y 1062 Kg/ha/semana, promedio general de 678.44 Kg/ha/semana. Evaluando el análisis de variancia (cuadro 19), se observaron diferencias estadísticas altamente significativas para los factores láminas de riego tukey al 1% ($P \leq 0.01$). y diferencias significativas e la interacción ($P \leq 0.05$). El factor frecuencias de riego no registró diferencias estadísticas a nivel del 1% ($P \geq 0.05$). El coeficiente de variación fue de 13,01%.

CUADRO 19. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO TOTAL DE FRESA.

Fuente	GL	S.C.	C.M.	F-Valor	sign.
Total correcto	17	454198.44			
Frecuencias	1	7605.55	7605.55	0.17	ns
Repeticiones	2	11521.44	5760.72	0.13	ns
Error A	2	87608.11	43804.05		
Laminas	2	195130.77	97565.38	12.53	**
F*L	2	90021.44	45010.72	5.78	*
Error B	8	62311.11	7788.88		

Aplicando la prueba de significación de Tukey al 1% para los tratamientos en el rendimiento de la fruta total en la frecuencia de riego. Los mayores rendimientos productivos se presentaron en el tratamiento mediante la frecuencia de riego por pulsos con 699.00 Kg/ha/semana y la menor producción la frecuencia tradicional con 657.89 Kg/ha sin que existan diferencias estadísticas entre los tratamientos.

Al evaluar el factor láminas de riego, en el peso de la fruta total, según la prueba de significación de Tukey al 1% (cuadro 20), se demuestra que existió diferencias estadísticas entre las medias en las láminas de riego con 125% que registró la mayor producción total con 819.00 Kg/ha/semana, difiriendo estadísticamente del resto de tratamientos, 100 y 75% con rendimientos de producción de 646.17 y 570.17 Kg/ha/semana en su orden.

CUADRO 20. SEPARACIÓN DE MEDIAS PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO TOTAL DE FRESA EN LA LAMINA DE RIEGO.

		Número de	
Tukey Agrupamiento	Media	observaciones	Laminas de Riego
A	819.00	6	1 125% de lámina de riego
AB	646.17	6	2 100% de lámina de riego
B	570.17	6	3 75% de lámina de riego

Aplicando la prueba de significación de Tukey al 1% en la separación de medias en la interacción para tratamientos en la variable rendimiento de la fruta total (cuadro 21). El mayor rendimiento se reportó el tratamiento F1L1 (Frecuencia de riego tradicional con una lámina de riego de 125%) con promedio de 886.33 Kg/ha/semana, al ubicarse en el primer rango; seguido del tratamiento F2L1 (frecuencia de riego por pulso con una lámina de riego 125%) con 751.66 Kg/ha/semana, sin diferir estadísticamente entre ellos. El menor rendimiento registró el tratamiento F1L3 (Frecuencia de riego tradicional con una lámina de riego de 75%), con 464.33 Kg/ha/semana, al ubicarse en el último rango y lugar en la prueba.

CUADRO 21. SEPARACIÓN DE MEDIAS PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO TOTAL DE LA FRESA EN LA INTERACCIÓN FRECUENCIA DE RIEGO Y LAMINA DE RIEGO

		Número de	
Tukey	Agrupamiento	Media observaciones	L x F
1	F1L1	3	886.3 A
4	F2L1	3	751.7 AB
6	F2L3	3	676.0 AB
5	F2L2	3	669.3 AB
2	F1L2	3	623.0 AB
3	F1L3	3	464.3 B

Los resultados en forma global confirman lo analizado anteriormente en la distribución de la producción por categorías es decir a mayor cantidad de agua mayor productividad lo cual indica una tendencia similar al estudio realizado en vid donde el estudio fue dirigido para evaluar la relación agua-rendimiento en vid de mesa cv. Crimson y establecer valores críticos para las mediciones del estado hídrico de las plantas. Los estudios de campo se desarrollaron durante tres años, en el Valle de Aconcagua, Chile, a 32º47'S y 70º42'O, en un suelo de textura franco arcillosa. Se proporcionaron a las plantas diferentes cantidades de agua de riego entre 40 y 100% de la evapotranspiración del cultivo (Etc). El potencial hídrico xilemático medido a mediodía (Ψxmin) y la

conductancia estomática estuvieron estrechamente relacionados con el déficit de agua impuesto y el rendimiento obtenido. Los rendimientos de la vid disminuyeron respecto al agua aplicada en el rango de los tratamientos estudiados. Sesenta por ciento de restricción de la Etc redujo 22% del rendimiento. Cuando la planta mantuvo Ψxmin mayor que -0,75 MPa entre cuaja y pinta, la producción y los calibres fueron mayores. (Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigaciones La Platina, 2003)

4.2. ANÁLISIS DE COSTOS Y DISCUSIÓN

Para evaluar la rentabilidad de la aplicación de diferentes frecuencias y láminas de riego en la producción del cultivo fresa variedad diamante, durante seis meses, se determinaron los costos de producción del ensayo en los 554 m^2 que constituyó el área de la investigación (cuadro 22), considerando entre otros los siguientes valores: $88,25 para mano de obra, $ 628,13 para costos de materiales, dando el total de $ 716,33. .

El cuadro 23, indica los costos de inversión del ensayo desglosados por tratamiento. Los costos de producción se detallan en tres rubros que son: costos de mano de obra, costos de materiales y costos de la aplicación de diferentes frecuencias y láminas de riego en la producción del cultivo fresa.

El cuadro 24, presenta los ingresos totales del ensayo por tratamiento. El cálculo del rendimiento se efectuó de acuerdo al peso de fresas vendidas por tratamiento, considerando el precio de un kg de fresa en $1,39, para la época en que se sacó a la venta.

CUADRO 22. COSTOS DE INVERSIÓN DEL ENSAYO (Dólares)

	MANO DE OBRA					MATERIALES			
Labores	N.Jornales	C.Unitario	Subtotal	Material	medida	Cantidad	C.Unitario	Subtotal	TOTAL
limpiesa, igualada del terreno	0,30	15	4,5	rastrada	lote	0,03	35,00	1,17	5,67
construccion de las camas	1,27	15	19	cable de luz	metros	1,67	0,62	1,03	20,03
			0	mocap	kilo	0,03	5,00	0,17	0,17
mano de obra regando	0,03	15	0,5	arriendo del a	horas	0,27	3,00	0,80	1,30
instalacion sistema de riego	0,33	15	5	accesorios rie	stema de rieg	0,33	763,89	254,63	259,63
				automatizacion	riego	0,20	640,03	128,01	128,01
				Bomba manua	unidades	0,20	540,00	108,00	108,00
			0	abonos químic	sacos	0,10	58,10	5,81	5,81
			0	chontas	unidades	2,67	1,00	2,67	2,67
			0	desinfectante	litros	0,03	36,00	1,20	1,20
construccion y acolchado de	3,43	15	51,5	plantas	unidades	666,67	0,15	100,00	151,50
desinfección despues/siembra	0,13	15	2	TACHIGAREN	litros	0,02	67,00	1,12	3,12
desinfección despues/ corona	0,13	15	2	DALGIN	litros	0,02	16,00	0,27	2,27
compra de bomba fertirriego	0,00	0	0		unidades	0,03	500,00	16,67	16,67
fertilización	0,02	15	0,25	DALGIN+ NITRATO DE AMO		0,03	16,40	0,55	0,80
compra plantas	0,07	15	1	plantas	unidades	16,67	0,10	1,67	2,67
fertilización	0,02	15	0,25	NITRATO DE A	libras	0,40	0,25	0,10	0,35
fumigacion pulgones	0,02	15	0,25	ORTHENE		0,03	5,00	0,17	0,42
fertilización	0,05	15	0,75	fertilizantes foliares		0,03	55,00	1,83	2,58
compra plantas	0,07	15	1	plantas	unidades	21,67	0,10	2,17	3,17
fertilización con biol	0,02	15	0,25	Biol+ melaza	saco	0,02	7,50	0,13	0,38
	5,88	**210**	**88,25**	**0**	**0**	**711,12**	**2750,14**	**628,13**	**716,38**

CUADRO 23. COSTOS DE INVERSIÓN DEL ENSAYO POR TRATAMIENTO

Tratamiento	Mano de Obra Dólares	Materiales Dólares	Costo Total
F1L1	16,18	83,35	99,53
F1L2	16,18	83,35	99,53
F1L3	16,18	83,35	99,53
F2L1	13,24	126,02	139,26
F2L2	13,24	126,02	139,26
F2L3	13,24	126,02	139,26

CUADRO 24.INGRESOS TOTALES DEL ENSAYO POR TRATAMIENTO

Tratamiento	Número de kg/ha de fresas vendidas durante 1 semestre	Precio de kg de fresas	Ingreso total $
F1L1	21288,00	1,39	29590,32
F1L2	14952,00	1,39	20783,28
F1L3	11160,00	1,39	15512,40
F2L1	18048,00	1,39	25086,72
F2L2	16080,00	1,39	22351,20
F2L3	16224,00	1,39	22551,36

CUADRO 25. RELACIÓN BENEFICIO COSTO

Tratamiento	Ingreso	Egreso (instalación +mantenimiento)	RBC
F1L1	29590,32	15755,46	1,88
F1L2	20783,28	15755,46	1,32
F1L3	15512,40	15755,46	0,98
F2L1	25086,72	16519,49	1,52
F2L2	22351,20	16519,49	1,35
F2L3	22551,36	16519,49	1,37

VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Se confirmó que la variación de las láminas de riego en el cultivo de fresa inciden directamente en la productividad del mismo. Mientras que las frecuencias no inciden en la productividad del mismo.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Se evaluó de tres láminas y dos frecuencias de fertirriego aplicadas bajo goteo localizado en el cultivo de fresa *(Fragaria vesca*) y calculada en base a parámetros de suelo.

La necesidad hídrica del cultivo de fresa para elevar la producción es de 3,9mm por día.

La mejor lámina y frecuencia de fertirriego que incide en productividad del cultivo de fresa es la lámina de 4,9mm con frecuencia de 24 horas.

Al evaluar rentabilidad de los tratamientos mediante la relación beneficio/ costo, se determinó que el mejor tratamiento es la lámina de 4,9 mm por día, seguida por el tratamiento con la lámina4,9mm con cuatro riegos por día. La lámina de riego 3,9mm presenta las segundas mejores relaciones beneficio / costo y finalmente la lámina de 2,9mm

5.2. RECOMENDACIONES

Para obtener mayor producción de fruta en el cultivo de fresa variedad Diamante, en un suelo franco arenoso y con camas cubiertas con mulch, es recomendable aplicar una lámina de riego de 4,9mm correspondiente al 125% de la lámina de agua calculada.

Continuar la investigación para optimizar el uso del agua complementando el uso del programador de riego conectado a sensores de humedad que permitan conocer la variación en la producción y un riego más eficiente en comparación con el manejo actual que consiste en regar sin el mayor criterio técnico.

Identificar las recomendaciones nutricionales más adecuadas para cada zona a fin de complementar el riego con un paquete nutricional óptimo para el cultivo de fresa.

CAPÍTULO VI
PROPUESTA

6.1. DATOS INFORMATIVOS

Tema: El cultivo de fresa, bajo riego por goteo localizado
Lámina a aplicar: 4,9 mm/día
Frecuencia: Cada 24 horas
Suelo: Franco Arenoso
Cantón: Ambato
Provincia: Tungurahua

6.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

El cultivo de fresa ha sido estudiado en la provincia de Tungurahua como una de las alternativas para la diversificación de la producción con miras al mejoramiento de las condiciones económicas de los habitantes de la provincia.

Bermudez G. 1999 luego de evaluar la producción de fresa con diferentes dosis de NPK y dos fuentes de materia orgánica recomienda establecer los requerimiento hídricos del cultivo de fresa para las condiciones locales de suelo y clima y evaluar la fertilización química asociada con el riego.

Campos L, et. al. 2004 estudian el fertirriego y micorriza en el cultivo de frambuesa roja en tepetate, concluye que al incrementar el 50% de los fosfatos de la solución de Steiner se mejora el índice de madurez y la calidad del fruto, además la micorriza arbuscular mejora el rendimiento del fruto cuando la planta es alimentada con la solución nutritiva de Steiner enriquecida con el doble de los fosfatos de la solución original.

Taipe M. 2008 evalúa dos métodos de riego por goteo en rosas y concluye que el

método de riego por goteo por pulsos presenta una influencia directa sobre el cultivo de rosas variedad Preference en las variables de longitud de tallo y longitud del botón floral. Resalta que la relación beneficio/ costo del riego por goteo por pulsos es de 1,39, mientras que en el riego por goteo tradicional es de 1,18.finalmente concluye que con la implementación del riego por pulsos se incrementa la utilidad en 43 265,04 usd/ha/año (119,46%).

Solís M. 2011 determina que al aplicar un volumen de agua de 4,9mm/día en el cultivo de fresa con acolchado y mediante el método de goteo, en un suelo franco arenoso. Se obtienen los mejores resultados en cuanto a producción de fresa.

6.3. JUSTIFICACIÓN

Al ser el déficit de agua en la provincia una de las grandes problemáticas que aquejan al productor de fresa y frente al desconocimiento por parte del mismo acerca de los verdaderos requerimientos de agua del cultivo se planteó investigar cual es el volumen de agua requerido por el cultivo y la frecuencia adecuada de riego, complementándolo con un análisis de la factibilidad de tecnificación el riego mediante la relación de beneficio/costo.

Del análisis de la productividad del cultivo se concluye que la mayor productividad se obtiene al aplicar una lámina del 125% de la calculada mediante parámetros de suelo; sin embargo esta lámina de riego al también presento los mayores índices de enfermedades, lo cual compromete la calidad de la producción. Por tales motivos se recomienda la aplicación de la lámina de riego del 100% que además de presentar una buena producción presenta un bajo índice de enfermedades, lo cual favorece a la calidad de fruto, y una buena relación beneficio costo.

Si tomamos en cuenta los datos d evapotranspiración promedio día nos indica que existe 3,2mm/día, que de reponerse la cantidad evaporada más la transpiración por el vegetal, las condiciones del suelo y el método de riego, el valor de reposición estaría alrededor de los 3,9mm/día.

6.4. OBJETIVO

Mejorar la producción aplicando una lámina de 4,9mm/día mediante aplicación cada 24 horas.

6.5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

El desarrollo de esta propuesta es factible debido a que la gran mayoría de los productores de fresa de la provincia cuentan con sistemas de riego por goteo a esto se suman los resultados del ensayo que indican que mediante la aplicación de un riego diario de forma tradicional, se obtienen mejores resultados en cuanto a relación beneficio/costo frente a una posible automatización del mismo.

6.6. FUNDAMENTACIÓN

6.6.1. Fundamentación Filosófica

La presente propuesta se realizará bajo el paradigma constructivista que afirma, la realidad es una construcción hasta cierto punto "inventada" por quién la observa.

El constructivismo afirma que nunca se podrá llegar a conocer la realidad como lo que es, ya que, al enfrentarse al objeto de conocimiento, no se hace sino ordenar los datos que el objeto ofrece en el marco teórico del que se dispone. Así, por ejemplo, para el constructivismo la ciencia no ofrece una descripción exacta de cómo son las cosas, sino solamente una aproximación a la verdad, que sirve mientras no se disponga de una explicación subjetivamente más válida. Para el constructivismo una descripción exacta de cómo son las cosas no existe, porque la realidad no existe sin el sujeto. Tomando un ejemplo de Ernst von Glasersfeld, el camino escogido por la ciencia al tratar de la realidad es como el de una llave que se ajusta a la cerradura, aunque se ignora cómo está hecha la cerradura. Por el momento, la llave de que se dispone sirve al propósito de quién la utiliza, a pesar que

ignore el fondo del asunto.

6.6.2. Fundamentación legal

Esta propuesta se fundamenta en la ley de aguas que señala al agua de riego para la producción de alimentos en segundo lugar de prioridades que garanticen la seguridad y soberanía alimentaria del país. Además el gobierno provincial promueve la tecnificación del riego.

6.7. METODOLOGÍA

Para llevar a cabo esta propuesta se requiere:

Para la instalación del cultivo las camas son de 0,4 m de ancho, hasta 30m de largo, distancia entre camas 0,4m.

Por cada cama se instala una línea de goteo. Posteriormente colocamos el plástico de mulch, el mismo que posteriormente se perfora con un tubo caliente de 5 cm de diámetro, cada 25 cm en disposición tres bolillos para posteriormente proceder a la plantación.

El equipo de riego comprende una bomba, un filtro de anillos, manguera, válvulas, cinta de goteo autocompensada de 1,6 l/h y accesorios de conexión. Se aplicó una lámina de 4,9mm, con una frecuencia de 24 horas.

Los fertilizantes se los aplica dos veces por semana con una dosis de 174Kg/ha de Nitrógeno, 48Kg/ha de Fósforo y 240Kg/ha de Potasio.

La poda se la realiza una vez por mes en la que se retiran hojas viejas, racimos que ya terminaron su producción, frutos dañados y “malas hierbas”.

Las fumigaciones se la realizan una vez por mes con fungicidas para prevenir pudriciones del fruto, y las aplicaciones de insecticidas y acaricidas se las realiza cuando existe presencia de estas plagas.

La cosecha se la realiza dos veces por semana.

6.8. ADMINISTRACIÓN

6.8.1. Recursos Humanos

- Productor
- Obreros

6.8.2. Materiales

- Plástico de mulch plateado de 1,4m de ancho.
- Equipo de riego
    - Bomba
    - Filtro de anillos
    - Mangueras
    - Cinta de goteo autompensada de 1,6 l/h
    - Conectores iniciales
    - Válvulas
    - Accesorios de conexión
- Plantas de fresa 8,1 plantas/m^2
- Fertilizantes solubles akaphost naranga y violeta
- Agua 4,9mm/día
- Pesticidas (fungicidas, insecticidas, acaricidas)

6.9. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

- Productividad

- Calidad
- Sanidad
- Relación beneficio/coso

MATERIALES DE REFERENCIA

1. MATERIALES DE REFERENCIA

2. ALSINA GRAU, L. 1984. Cultivo de fresas y fresones. 3ed. Barcelona, síntesis. 163p.

3. BERMUDEZ, G. 1999. Producción de fresa *Fragaria vesca L.* bajo diferentes dosis de N-P-K y y dos fuentes de materia orgánica. Tesis Ing. Agrónomo. Ambato (Ecuador). Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Agronómica. 160p.

4. BRAZANTI, C. 1989. La Fresa. Madrid. Mundiprensa. 377p.

5. CAMPOS L, BACA G, CONTRERAS D, MRALLATA A, ACOSTA L. 2004. Fertirriego y micorriza en el cultivo de frambuesa roja en tepetate, Colegio de postgraduados de Texcoco, México, 83 p.

6. CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR 2008. Soberania alimentaria Art. 281. Consultado en Septiembre del 2011. Disponible en htpp://www.eueomecuador.org

7. CORICAM, 2002. Buscando impactos equitativos y sostenibles en el desarrollo agropecuario. Estudios de caso Coricam.

8. COSUDE, 2001. Caracterización de la pobreza en Ecuador.

9. DOORENBOS, J. y PRUITT, W.O. 1976 Las Necesidades del Agua en los Cultivos, estudio Fao, Roigos y Drenajes, Roma Italia, 173p.

10. DEGREMONT, 1979 Manual Técnico del Agua. 4ta Edicion española. Degremont Edit 1272p.

11. ECHEVERRÍA, P. 1989. La Fresa. Madrid. Mundiprensa. 386p.

12. FAO, 1972. Riego por Goteo. Comisión Europea de Agricultura. Grupo de trabajo sobre recursos Hídricos y Riego. Bucarest, Rumanía. 14p.

13. FERES E, 1981. Papel de la Fisiología Vegetal en la Microirrogación. Recomendaciones para el Manejo Mejorado, Barquisimeto, Venezuela, 23p.

14. FOLQUER,. 1986. La frutilla o fresa. s.n. Buenos Aires. Editorial Sur. 150p.

15. GARCÍA, J. 1999. Requerimiento Hídrico de la col *Brasica oleraceae*. Var capitata Izamba sp con dos fórmulas fraccionadas de N-P-K. Tesis Ing. Agrónomo. Ambato (Ecuador).Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Agronómica. 90p.

16. GUTIERREZ, A. 2010. Manual de Riegos y Fertirrigación. Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería Agronómica. 80p

17. HOLDRIDGE, L.R. 1982. Ecología basada en zonas de vida. Trad. por Humberto Jiménez. San José, C.R., IICA. 261 p.

18. LÓPEZ, R. 1997. Riego Localizado. 2da Edición. Ediciones Mundiprensa. España. 405p.

19. LUCAS, A. 2004. Inventario y diagnóstico del recurso hídrico provincia de Tungurahua. Ambato, EC. Documento en publicación. p .9-10.

20. MONTES, L. 1986. Las fresas .Buenos Aires. Albatros. 93p

21. OCHOA, W. 2005. Niveles de fertilización de N-P-K para el cultivo de fresa (*Fragaria vesca*). Tesis Ing. Agrónomo. Ambato (Ecuador).Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Agronómica. 120p.

22. PARÍS, C. 1957. Ciencia, Conocimiento, Ser. Universidad de Santiago, España.

23. PROEXANT. 2004. Manual de la frutilla. Consultado 5 de mayo. 2009. Disponible en: http://www.proexant.com/frutas/frutas_tradicionales/fresa.htm.

24. RODRIIGUEZ, M.et. al. 1976. Manejo del agua de Riego. III Curso Nacional sobre Tecnificación de Riego. Quito. Ecuador.

25. TAIPE, M. 2008. E valuación de dos métodos de riego en rosas var. Fredom. Tesis Ing. Agrónomo. Quito (Ecuador). Universidad Central. Facultad de Ciencias Agrícolas.

26. TUNGURAHUA. 2005. Plataforma única de Desarrollo.

27. VERA, J. et. al. 1993. Manual del cultivo de frutilla. Estación Experimental Tropical Pichilingue, INIAP. 2ed, quito, INIAP 17-37p

ANEXOS

ANEXO1. PORCENTAJE DE PRENDIMIENTO

REPETICIÓN	TRATAMIENTO					
	F2L1	F2L2	F2L3	F1L1	F1L2	F1L3
1	52,9	58,1	40,6	43,2	40	56,1
2	63,9	49	41,9	41,9	34,8	41,9
3	45,8	59,4	43,9	42,6	44,5	52,3
Total	162,6	263	263	263	263	263
Promedio	54,2	88	88	88	88	88

ANEXO 2. DÍAS A LA FLORACIÓN

REPETICIÓN	TRATAMIENTO					
	F2L1	F2L2	F2L3	F1L1	F1L2	F1L3
1	87	88	88	88	88	87
2	88	87	88	87	88	88
3	88	88	87	88	87	88
Total	263	263	263	263	263	263
Promedio	88	88	88	88	88	88

ANEXO 3. DÍAS A LA FRUCTIFICACIÓN

REPETICIÓN	TRATAMIENTO					
	F2L1	F2L2	F2L3	F1L1	F1L2	F1L3
1	101	102	103	103	103	102
2	103	101	103	103	103	102
3	103	102	103	102	103	103
Total	307	305	309	308	309	307
Promedio	102	102	103	103	103	102

ANEXO 4. DÍAS A LA COSECHA

REPETICIÓN	TRATAMIENTO					
	F2L1	F2L2	F2L3	F1L1	F1L2	F1L3
1	125	129	125	129	132	125
2	129	129	125	132	132	125
3	125	125	125	132	132	129
Total	379	383	375	393	396	379
Promedio	126	128	125	131	132	126

ANEXO 5. RENDIMIENTO DE LA FRUTA PRIMERA CATEGORÍA

REPETICIÓN	TRATAMIENTO					
	F2L1 125%	F2L2 100%	F2L3 75%	F1L1 125%	F1L2 100%	F1L3 75%
1	388	313	297	630	361	310
2	490	444	419	491	342	276
3	560	345	415	414	332	225
Total	1438	1102	1131	1535	1035	811
Promedio	479	367	377	512	345	270

ANEXO 6. RENDIMIENTO DE LA FRUTA SEGUNDA CATEGORÍA

REPETICIÓN	TRATAMIENTO					
	F2L1	F2L2	F2L3	F1L1	F1L2	F1L3
1	158	149	124	294	173	122
2	167	189	191	313	205	136
3	197	182	175	168	166	113
Total	522	520	490	775	544	371
Promedio	174	173	163	258	181	124

ANEXO 7. RENDIMIENTO DE LA FRUTA TERCERA CATEGORÍA

REPETICIÓN	TRATAMIENTO					
	F2L1	F2L2	F2L3	F1L1	F1L2	F1L3
1	97	112	129	138	94	64
2	63	128	146	131	94	60
3	135	146	132	80	102	87
Total	296	386	406	350	291	212
Promedio	99	129	135	117	97	71

ANEXO 8. INCIDENCIA DE PLAGAS EN EL CULTIVO DE FRESA

REPETICIÓN	TRATAMIENTO					
	F2L1	F2L2	F2L3	F1L1	F1L2	F1L3
1	14,00	7,00	6,00	9,00	4,00	7,00
2	5,00	17,00	7,00	5,00	3,00	7,00
3	8,00	9,00	12,00	4,00	13,00	7,00
Total	27,00	33,00	25,00	18,00	20,00	21,00
Promedio	9,00	11,00	8,33	6,00	6,67	7,00

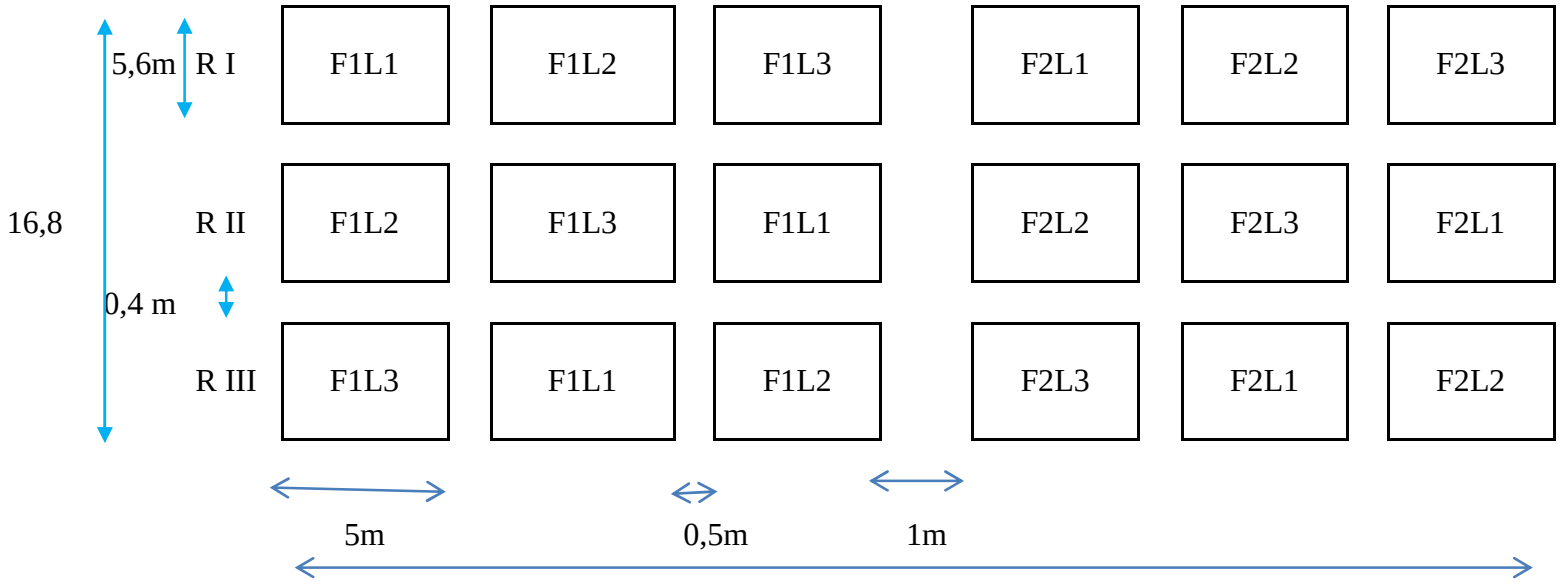
ANEXO 9. INCIDENCIA DE LAS ENFERMEDADES EN EL CULTIVO DE FRESA

REPETICIÓN	TRATAMIENTO					
	F2L1	F2L2	F2L3	F1L1	F1L2	F1L3
1	9,00	6,00	3,00	8,00	8,00	5,00
2	1,00	4,00	1,00	12,00	5,00	3,00
3	5,00	1,00	4,00	2,00	3,00	2,00
Total	15,00	11,00	8,00	22,00	16,00	10,00
Promedio	5,00	3,67	2,67	7,33	5,33	3,33

ANEXO 10. RENDIMIENTO TOTAL DE FRESA

REPETICIÓN	TRATAMIENTO					
	F2L1	F2L2	F2L3	F1L1	F1L2	F1L3
1	643	574	550	1062	628	496
2	720	761	756	935	641	472
3	892	673	722	662	600	425
Total	2256	2009	2028	2660	1870	1394
Promedio	752	670	676	887	623	465

ANEXO 11 DISEÑO O ESQUEMA DE CAMPO



R	Repeticiones.
F1L1	Método de goteo tradicional x 125 % lámina de riego
F1L2	Método de goteo tradicional x 100 % lámina de riego
F1L3	Método de goteo tradicional x 75 % lámina de riego
F2L1	Método de goteo por pulsos x 125 % lámina de riego
F2L2	Método de goteo por pulsos x 100 % lámina de riego
F2L3	Método de goteo por pulsos x 75 % lámina de riego

ANEXO 12. FOTOGRAFIAS



PROGRAMADOR DE RIEGO



FRUTO CON BOTRITYS



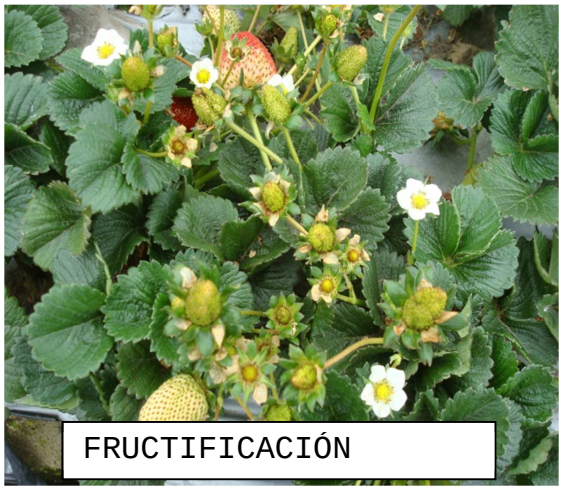
FRUTOS COSECHADOS



FRUTO CON ANTRACNOSIS



PESO DE FRUTOS



FRUCTIFICACIÓN