

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



CARRERA: INGENIERÍA AGRONÓMICA

“EVALUACIÓN DE SUSTRATOS Y SOLUCIONES NUTRITIVAS EN LA PRODUCCIÓN HIDROPÓNICA CON SUSTRATOS SÓLIDOS EN FRESA (*Fragaria x ananassa*)”

Documento Final del Proyecto de Investigación como requisito para obtener el grado de Ingeniero Agrónomo

AUTOR:

FLORES BARONA MARIO DAVID

TUTOR:

Ing. Mg. Segundo Curay

CEVALLOS - ECUADOR

2018

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

El suscrito, MARIO DAVID FLORES BARONA, portador de la cédula de identidad número: 1804519534, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del Proyecto de investigación titulado: “EVALUACIÓN DE SUSTRATOS Y SOLUCIONES NUTRITIVAS EN LA PRODUCCIÓN HIDROPÓNICA CON SUSTRATOS SÓLIDOS EN FRESA (*Fragaria x ananassa*)”, es original, autentico y personal.

En tal virtud, declaro que el contenido es de mi sola responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas.

MARIO DAVID FLORES BARONA

DERECHOS DE AUTOR

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado)”
“EVALUACIÓN DE SUSTRATOS Y SOLUCIONES NUTRITIVAS EN LA
PRODUCCIÓN HIDROPÓNICA CON SUSTRATOS SÓLIDOS EN FRESA
(*Fragaria x ananassa*)”, como uno de los requisitos previos para la obtención del título
de grado de Ingeniero Agrónomo, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la
Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que este
documento esté disponible para su lectura, según las normas de la Universidad.

Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de este Informe Final, dentro de las
regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una
ganancia económica potencial.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de
Ambato la publicación de este Informe Final, o de parte de él”.

MARIO DAVID FLORES BARONA

“EVALUACIÓN DE SUSTRATOS Y SOLUCIONES NUTRITIVAS EN LA
PRODUCCIÓN HIDROPÓNICA CON SUSTRATOS SÓLIDOS EN FRESA
(*Fragaria x ananassa*)”

REVISADO POR:

Ing. Mg. Segundo Curay Q.

TUTOR

Ing. Mg. Alberto Gutiérrez

ASESOR DE BIOMETRÍA

APROBADO POR LOS MIEMBROS DE CALIFICACIÓN:

FECHA

Ing. Mg. Hernán Zurita

PRESIDENTE TRIBUNAL

Ing. Mg. Alberto Gutiérrez

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

Ing. Mg. Marco Pérez

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

AGRADECIMIENTOS

A ti Dios, por bendecirme con una gran familia y por guiarme durante el cumplimiento de mis sueños y objetivos.

A los profesores y personal de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, que con sus conocimientos y consejos aportaron a mi formación académica.

Al Ing. Mg. Segundo Curay, quien me brindo todo su apoyo y conocimiento para terminar con éxito la presente investigación.

Al Ing. Mg. Marco Perez, que con su amistad, confianza y conocimientos apporto fehacientemente durante la etapa final de mi formación personal y en el desarrollo del presente trabajo de investigación, infinitas gracias.

Al Ing. Mg. Alberto Gutiérrez, que con sus consejos y conocimientos aportaron a la culminación del presente proyecto de investigación.

Son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional a las que les encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en mi corazón, sin importar en donde estén quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

MARIO DAVID FLORES BARONA

DEDICATORIA

A Dios, por haberme bendecido y protegido día a día durante mi preparación profesional.

A mi madre, María Barona y Fausto Flores + que con su ejemplo de trabajo y lucha constante han sido mi apoyo fundamental para llegar a ser lo que siempre soñé.

A mis hermanos, Fausto, Mariela, Vanessa que con su amistad y cariño, ha formado parte imprescindible de mi vida.

“Nunca me he considerado como ingeniero, solamente como un promotor y agitador de ideas”.

(Enzo Ferrari)

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de investigación se realizó con el objetivo de evaluar el desarrollo del cultivo de fresa en diferentes mezclas de sustratos y varias soluciones nutritivas. El experimento se realizó en la propiedad del señor Mario Flores, ubicada en el sector Andignato, cantón Cevallos, provincia de Tungurahua.

En el ensayo se utilizó sustratos con diferentes combinaciones de cascarilla de arroz, cascajo, kekkilla y fibra de coco. Se realizó la plantación de la fresa en los sustratos y se realizó riego de acuerdo al requerimiento del cultivo. Se realizó un experimento factorial (A x B) dispuesto en un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con tres repeticiones, donde se registraron las variables: volumen radicular, volumen foliar y rendimiento. Los mejores resultados en los agronómicos se obtuvieron con el uso del tratamiento S2M1; se obtuvo el mejor volumen radicular (12,8 cc), volumen foliar (55,53 cc) y rendimiento (5013,6 Kg/ha./semana), sin embargo es necesario mencionar que todos los tratamientos utilizados brindaron condiciones para el desarrollo del cultivo de fresa. Además se determinó que en el periodo agosto 2017-febrero 2018 fue necesario utilizar 314,90 mm de riego para el cultivo, utilizando el método de riego por goteo.

PALABRAS CLAVE: *adaptación, sustratos, agricultura alternativa, agricultura urbana.*

ABSTRACT

The present research work was carried out with the objective of evaluating the development of the strawberry crop in different mixtures of substrates and several nutritive solutions. The experiment was conducted on the property of Mr. Mario Flores, located in the Andignato sector, Cevallos canton, Tungurahua province.

In the trial, substrates with different combinations of rice husk, gravel, kekkilla and coconut fiber were used. The strawberry was planted in the substrates and irrigation was carried out according to the requirement of the crop. A factorial experiment (A x B) arranged in a Completely Randomized Block Design (DBCA) with three repetitions was performed, where the variables were registered: root volume, leaf volume and yield. The best results in the agronomics were obtained with the use of the S2M1 treatment; the best root volume (12.8 cc), leaf volume (55.53 cc) and yield (12068.06 kg / ha / week) was obtained, however it is necessary to mention that all the treatments used provided conditions for the development of the Strawberry cultivation. It was also determined that in the period August 2017-February 2018 it was necessary to use 314.90 mm of irrigation for the crop, using the drip irrigation method.

KEYWORDS: adaptation, substrates, alternative agriculture, urban agriculture.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
CAPÍTULO I	11
INTRODUCCIÓN	12
CAPÍTULO II	14
REVISIÓN DE LITERATURA O MARCO TEÓRICO	14
2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	14
2.2 MARCO CONCEPTUAL O CATEGORÍAS FUNDAMENTALES	17
2.2.1 <i>Fresa (Fragaria X ananassa. Duch)</i>	17
2.2.2 Soluciones nutritivas	21
2.2.3 <i>Sustratos</i>	23
CAPÍTULO III	25
HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	25
3.1. HIPÓTESIS	25
3.2. OBJETIVOS	25
3.2.1. Objetivo General	25
3.2.2. Objetivos Específicos	25
CAPÍTULO IV	26
MATERIALES Y MÉTODOS	26
4.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO	26
4.2. CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR	26
4.2.1. Clima	26
4.3. EQUIPOS, MATERIALES Y REACTIVOS	26
4.3.1. Equipos	26
4.4.2. Materiales	27
4.4. FACTORES EN ESTUDIO	27
4.4.1. Soluciones nutritivas	28
4.4.2. Sustratos	28
4.5. TRATAMIENTOS	28
4.6. DISEÑO EXPERIMENTAL	29
4.7. VARIABLES RESPUESTA	29

4.7.1. Análisis físico (textura, humedad) - químico de sustratos (N, P2O5, K2O, CaO, MgO) a los 0, 90 y 180 días.	29
4.7.2. Volumen Radicular	29
4.7.3. Volumen Foliar	30
4.7.4. Rendimiento	30
CAPITULO V	31
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
5. 1. RESULTADOS.....	31
5.1.1. Volumen radicular (cc)	31
5.1.2. Volumen foliar	32
5.1.3. Rendimiento	33
5.1.4. Programación del riego	34
5.1.5. Análisis Económico	34
CAPÍTULO VI.....	40
CONCLUSIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS	40
6.1. CONCLUSIONES	40
6.2. BIBLIOGRAFÍA	40
6.3. ANEXOS	46
CAPÍTULO VII	53
PROPUESTA.....	53
7.1 DATOS INFORMATIVOS	53
7.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA	53
7.3 JUSTIFICACIÓN	53
7.4 OBJETIVO	54
7.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD	54
7.6 FUNDAMENTACIÓN.....	54
7.7 METODOLOGÍA, MODELO OPERATIVO	54
7.8 ADMINISTRACIÓN.....	55
7.9 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN.....	55

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la fresa	18
Tabla 2. Principales plagas y enfermedades de <i>Fragaria X ananasa</i>	21
Tabla 3.- Nutrientes indispensables en las Soluciones Nutritivas.....	22
Tabla 4. Tratamientos en estudio	28
Tabla 5.- Costo de inversión de cultivo hidropónico de fresa para 200 metros cuadrados.....	35
Tabla 6.- Ingresos en 200 metros cuadrados de fresa hidropónica.	36
Tabla 7.- Parámetros de desarrollo de fresa (<i>Fragaria x ananasa</i>) en hidroponía	37
Tabla 8.- Requerimiento hídrico del cultivo de fresa en el periodo agosto 2017- febrero 2018.	38

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El cultivo de la fresa (*Fragaria x ananassa*) pertenece a la familia de las rosáceas y tiene su origen en América, es cultivada desde los tiempos de la conquista, donde tuvo gran aceptación debido a su sabor dulce. Gracias a diversos cruces dio origen a diferentes especies de gran tamaño (*F. vesca*, *F. chiloensis*, *F. virginiana*, *Fragaria x ananassa*, entre otras) la que hoy se cultivan con enorme interés comercial. (Sociedad Española de Nutrición Parenteral y Enteral., 2015) La actual fresa cultivada proviene del cruzamiento entre *Fragaria virginiana* del Este de Norteamérica y *Fragaria chiloensis*, fresón chileno. (García, M, 2014)

La fresa se cultiva tradicionalmente en canteros cubiertos con plástico negro. El espaciamiento entre las plantas se encuentra entre 30 x 30 cm y 30 x 35 cm, lo que resulta 65 a 80 mil plantas/ha, de acuerdo con el espaciamiento y el área de paso utilizados. La irrigación es imprescindible y generalmente realizada por aspersión. Las enfermedades asociadas al suelo, causadas por hongos o bacterias, constituyen la principal causa de pérdidas en este cultivo. (Furlani y Fernández Junior, 2007).

Ecuador hoy en día produce alrededor de 30.000 t mensuales de fruta de las cuales el 60% es para el consumo nacional en fruta fresca o procesada en frescos, helados, yogur y mermeladas el resto se exporta a Estados Unidos, España y los países bajos. Existe una tendencia en el crecimiento de la superficie del cultivo debido a su tasa de rentabilidad es así que agricultores de provincias de la Sierra centro, al norte de Pichincha, parte del Azuay e Imbabura, han transformado sus campos en reductos de este cultivo. (Romero, C. Ocampo, J. Sandoval, E. Tobar, 2012).

La producción del cultivo de la fresa en Ecuador se ha concentrado en su mayor extensión en la provincia de Pichincha en el valle noroccidental de Quito en las parroquias de Yaruquí, Pifo, Tababela, Checa, Quinche, y Ascázubi, además este cultivo tiene un constante crecimiento en las provincias de Tungurahua, Imbabura, Chimborazo y en pequeñas áreas en Cotopaxi y en el Austro, siendo uno de las

alternativas importantes de la economía en dichas provincias. Su producción va dirigida a los mercados de Quito, Cuenca, Guayaquil y otras provincias de la Costa. (EL AGRO, 2016).

La fertirrigación es una técnica de aplicación de abonos disueltos en el agua de riego a los cultivos. Es un método de gran importancia en cultivos regados mediante sistemas localizados (goteo), aunque también se usa, en menor medida, en sistemas de riego por aspersión (equipos pivote y cobertura total). La diferencia principal entre estos sistemas es que en el riego localizado no se moja toda la superficie, mientras que esto sí sucede en riego por aspersión. La fertirrigación es el aprovechamiento del flujo de agua del método de riego para transportar los elementos nutritivos que necesita la planta hasta el lugar donde se desarrollan las raíces, con lo cual se optimiza el uso del agua, los nutrientes y la energía, y se reducen las contaminaciones. (SIAR, 2005)

Todo material sólido distinto del suelo natural o de síntesis, mineral u orgánico se lo denomina sustrato, que puesto en un contenedor en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radical. Las plantas al ser colocadas en diferentes sustratos, permiten un control del medio ambiente radical, además de aspectos relacionados con el suministro de agua y nutrientes existen diferentes tipos de sustratos que pueden diferenciarse como orgánicos, por ejemplo, tierra, turba, compost, fibra de coco o cascarilla de arroz e inorgánicos como perlita, vermiculita o arena. (Medina, Pinzón, y Cely, 2016).

El objetivo de este trabajo es evaluar la producción hidropónica de fresa (*Fragaria ananasa*) utilizando tres soluciones nutritivas y dos combinaciones de sustratos sólidos.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA O MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Medina et al., (2016) sostienen que durante su investigación se utilizó un diseño completamente al azar con tres tratamientos: S1: suelo 50% + fibra de coco 50% (S:FC), S2: suelo 50% + fibra de coco 25% + cascarilla de arroz 25% (S:FC:CA) y S3: suelo 50% + cascarilla de arroz 50% (S:CA). Las variables evaluadas fueron masa fresca y seca de raíz y parte aérea, área foliar, clorofilas totales, número de frutos/planta y producción g/planta. El tratamiento (S1), mostró diferencias significativas según la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) en la mayoría de parámetros evaluados, esto lo convierte en una alternativa para la producción de fresa variedad 'Albión' bajo las condiciones de estudio.

(Fernandez, 2013) menciona que en su investigación, la influencia de las soluciones nutritivas en el rendimiento no fue muy alta ya que no se encontraron señales de gran influencia en las variables respuesta, por lo contrario en los sustratos si existió gran influencia en las variables respuesta, para la variable de número de hojas la que genero más cantidad fue (S1)(70% cascarilla + 30% arena) esto debido a que el sustrato se encontraba mucho mejor oxigenado debido a la textura de la cascarilla de arroz y en la proporción en la que se encontraba. En la generación de flores el sustrato que mejores resultados dio fue (S1)(70% cascarilla + 30% arena), en el sustrato (S1)(70% cascarilla + 30% arena) y (S3) (30% cascarilla + 70% arena) se presentaron en mucha más cantidad los frutos medianos esto debido a dos problemas, en caso del (S1) al tener más cantidad de cascarilla ayudaba mucho a la oxigenación de la raíces, pero no retenía muy bien la solución nutritiva, por lo cual provocaba un déficit hídrico en la planta, caso similar ocurrió en el sustrato (S3) donde por la alta concentración de arena, la retención de la solución nutritiva era del 80% pero al retener mucha humedad favorecía a la proliferación de plagas y enfermedades y además a la mala oxigenación de las raíces, mientras que el sustrato (S2)(50% cascarilla + 50% arena) equilibraba estos dos factores, buena retención de humedad y buena oxigenación de las raíces por

lo cual se obtuvieron frutos de mejor calibre, firmeza y sabor, el tratamiento que mejores resultados dio fue el tratamiento (S2)(N3) que es (50% de cascarilla + 50% arena)+(La Molina (Frutilla)) esto porque dio frutos grandes de buen calibre, sabor y firmeza. También porque sus hojas se formaron de un buen tamaño, flores grandes y de un color muy llamativo.

Liu et al., (2007), dicen que para el trabajo de investigación de relaciones hídricas y producción de fresas de lisímetro con riego limitado, se manejó de esta manera los efectos del secado parcial de la zona radicular (PRD), en comparación con el riego por déficit (DI) y el riego completo (FI), sobre el rendimiento de frutos (cv. Honeoye), para conocer los componentes del rendimiento y la eficiencia del uso del agua de riego (WUEI). Los tratamientos de riego se impusieron desde el inicio de la floración hasta el final de la madurez de la fruta. En FI toda la zona de raíz fue irrigada cada dos días a capacidad de campo con un contenido volumétrico de agua en el suelo (u) del 20%; mientras que en DI y PRD el 60% de agua de FI fue irrigado a la totalidad o a la mitad del sistema radicular, respectivamente para cada caso de riego. En PRD, el riego se desplazó de un lado al otro lado de las plantas cuando (u) del lado de secado había disminuido a 8-11%. En comparación con las plantas FI, el potencial hídrico de las hojas fue significativamente menor en las plantas DI y PRD en 3 de las 10 ocasiones de medición, mientras que la conductancia estomática fue similar entre los tres tratamientos. El área de la hoja, el rendimiento de los frutos frescos (FY), el peso fresco individual de los frutos, el contenido de agua de los frutos y el peso seco de los frutos (DW) fueron significativamente menores en las plantas DI y PRD que en las plantas FI; mientras que el número total de frutos por planta fue similar entre los tratamientos. En comparación con la FI, los tratamientos DI y PRD ahorraron el 40% del agua de riego, lo que condujo a un aumento de 28 y 50% de WUEI basado en frutos FY y DW, respectivamente, tanto para DI como para PRD. En conclusión, en las condiciones de este estudio PRD no tenía ventaja en comparación con DI en términos de rendimiento de frutos y WUEI, DI y PRD de manera similar disminución de rendimiento de los frutos y los componentes de rendimiento y por lo tanto no se puede recomendar en condiciones similares.

Jara y Suni, (1997) señalan que con la finalidad de determinar soluciones nutritivas óptimas para fresa *Fragaria x ananassa* bajo un sistema hidropónico en grava muy fina, se evaluaron dos soluciones nutritivas en la etapa vegetativa y tres en la etapa de fructificación de la planta. Se realizó muestreos destructivos a los 60, 90, 160, 190 y 220 días después de iniciado el tratamiento para determinar el crecimiento de la planta, su absorción de nutrientes y el contenido de azúcares reductores en los frutos. No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos en la etapa vegetativa pero si en la etapa reproductiva al evaluar la altura de la planta, número de flores y frutos, porcentaje de azúcares reductores y peso de los frutos. En cuanto al porcentaje de N, P, K Ca, Mg y Fe no se encontraron diferencias significativas. Combinaciones de 200:40:300 de N: P: K en la etapa reproductiva favorecieron el mayor rendimiento en la planta.

Lozada, (2017), menciona que con el objetivo de definir el mejor bioestimulante (Rootex B1, Eneroot B2 y More Roots B3) y la mejor dosis (1,25 g/l D1 y 2,50 g/l D2), para el incremento de masa radicular en el cultivar de fresa (*Fragaria × ananassa*), variedad Albión, la investigación se manejó de la siguiente manera los tratamientos fueron siete (seis con aplicación de bioestimulantes más un testigo). Se utilizó el diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA), en arreglo factorial de 3 x 2 + 1, con cuatro repeticiones. Se efectuó el análisis de variancia (ADEVA), de acuerdo al diseño experimental planteado, pruebas de significación de Tukey al 5%, para diferenciar entre tratamientos y bioestimulantes; y, pruebas de Diferencia Mínima Significativa al 5% para el factor dosis de aplicación. Con la aplicación del bioestimulante More Roots (B3), estadísticamente se obtuvieron los mejores resultados, alcanzándose un sistema radicular más desarrollado, al observarse, mayor peso del sistema radicular a los 30 días (17,53 g) y a los 45 días (29,92 g). Igualmente se alcanzó mayor volumen del sistema radicular a los 30 días (25,84 cc) y a los 45 días (32,07 cc); se incrementó el número de hojas compuestas por planta a los 60 días (24,51 hojas), consecuentemente se obtuvo mayores rendimientos (8,70 kg/parcela). Aplicar los bioestimulantes en la dosis de 1,25 g/l (D1), produjo los mejores resultados, tanto en el crecimiento y desarrollo del sistema radicular, como en el desarrollo vegetativo de las plantas, al detectarse mayor peso del sistema radicular a

los 45 días (28,73 g), como mayor volumen a los 30 días (24,54 cc) y a los 45 días (30,75 cc), por lo que se obtuvieron los mejores rendimientos (7,68 kg/parcela).

2.2 MARCO CONCEPTUAL O CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

2.2.1 Fresa (*Fragaria X ananassa.*)

A continuación se detalla la revisión bibliográfica de la fresa, describiendo su origen, taxonomía y los aspectos agronómicos de importancia para el desarrollo de este cultivo.

2.2.1.1 Origen y Generalidades

Según Parra (1999), citado por Acosta, (2013) el género *fragaria* aparece en estado silvestre en América, Asia y Europa. El cultivo de la fresa de fruto pequeño se extendió en Europa hasta el siglo XIX, momento en el cual comenzaron a surgir híbridos entre las especies europeas y americanas con frutos de mayor tamaño llamados fresones hasta originar las diferentes variedades cultivadas en la actualidad.

2.2.1.2 Taxonomía

Según Tomalo (2013) la fresa presenta la siguiente descripción taxonómica:

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la fresa

TAXÓN	NOMBRE
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Rosales
Familia	Rosaceae
Género	<i>Fragaria</i>
Especie	<i>Fragaria × ananassa</i>
Nombre común	Fresa

Elaborado por: Flores, 2018.

2.2.1.3 Descripción Botánica

Según Folquer (1896) la planta de fresa posee sistema radicular fasciculado, que se compone de raíces y raicillas que no sobrepasan los 40 cm. El tallo está constituido por un eje corto de forma cónica llamado corona, en el que se observan numerosas escamas foliares. Las hojas aparecen en roseta y se insertan en la corona, son largamente pecioladas y provistas de dos estípulas rojizas. Su limbo está dividido en tres folíolos pediculados, de bordes aserrados, tienen un gran número de estomas. Las inflorescencias se pueden desarrollar a partir de una yema terminal de la corona o de yemas axilares de las hojas. La ramificación de la inflorescencia puede ser basal es decir flores de similar tamaño o distal con una flor primaria y otras de menor tamaño. La flor tiene entre cinco y seis pétalos, de 20 a 35 estambres y varios cientos de pistilos sobre un receptáculo carnoso. El fruto se origina de un óvulo fecundado de tipo aquenio los cuales están distribuidos por la superficie del receptáculo carnoso, estimulando su crecimiento y coloración.

2.2.1.3 Variedades

Existen diversas variedades de fresa, sin embargo a continuación detallamos las variedades de mayor producción en Ecuador.

Diamante: se caracteriza por su gran calidad de fruto, excelente sabor y tamaño de fruto (entre 30-31 gramos por fruto). La forma de la planta es más compacta y erecta, también produce menos cantidad de fruta pequeña y por tanto el porcentaje de desecho es menor. El color interno del fruto es más claro que otras variedades por lo tanto no es indicado para el procesado, pero por su firmeza si para lo es para el mercado fresco (Viasus-Quintero, Álvarez-Herrera y Alvarado-Sanabria, 2013).

Albión: su principal característica es su calidad de fruta, tanto por tamaño (superior a Diamante) como por sabor y firmeza de la fruta (del orden de 32 gramos por fruta). Albión es una variedad que mezcla las cualidades buenas de Diamante y las de Aroma. Es de fácil recolección y posee un periodo de vida útil aceptable durante la pos-cosecha, además tiene mejor sabor y aspecto (Rubio, Alfonso, Grijalba, & Pérez, 2014).

Monterrey: se caracteriza por su gran calidad de fruto, excelente sabor y tamaño de fruto (entre 30-31 gramos por fruto). La forma de la planta es más compacta y erecta, también produce menos cantidad de fruta pequeña y por tanto el porcentaje de desecho es menor. El color interno del fruto es más claro que otras variedades por lo tanto no es indicado para el procesado, pero por su firmeza si para lo es para el mercado fresco (Masis & Aguilar, 1990).

2.2.1.4 Requerimientos del cultivo

Suelo

Según Garcia (2014) se prefiere los suelos que tengan una buena porosidad, profundidad (0,60 m a 0,80 m), suficiente cantidad de materia orgánica (2,5% o 3,5%), pH entre 6,0 y 7,5, conductividad eléctrica entre 0,5 y 0,8 mmhos/cm factores esenciales para un buen drenaje de agua y sano crecimiento de las raíces.

Agua

La fresa es un cultivo muy exigente tanto en las cantidades de agua para su crecimiento y fructificación, siendo la pluviometría mínima requerida en secano los 600 mm y en regadío es necesario aportar de 2000 mm durante el año. El cultivo resiste, disminuyendo su rendimiento, con concentraciones de sales en el agua superiores a 0,8 mmhos/cm (SIAR, 2005).

Clima

La FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura), 2018, manifiesta que la fresa es un cultivo que se adapta muy bien a muchos tipos de climas siendo los valores óptimos para una fructificación adecuada de 15-20°C de media anual. Temperaturas por debajo de 12°C durante el cuajado dan lugar a frutos deformados por el frío, en tanto que un tiempo muy caluroso puede originar una maduración y coloración del fruto muy rápida, lo que le impide adquirir un tamaño adecuado para su comercialización

2.2.1.5 Plagas y Enfermedades

Estas ocasionan grandes pérdidas económicas en los cultivos y a continuación se detallan los problemas más frecuentes del cultivo de acuerdo a Londo (2013):

Tabla 2. Principales plagas y enfermedades de *Fragaria X ananasa*

NOMBRE COMÚN	AGENTE CAUSAL
Moho gris	<i>Botrytis cinérea</i>
Verticilosis	<i>Verticillium alboatrum</i>
Viruela	<i>Ramularia fragariae</i>
Pudrición de la raíz	<i>Phytophthora fragariae</i>
Gusanos de la fresa	<i>Otiorhynchus rugosos triayus</i>
Ácaros	<i>Tetranychus urticae</i>
Pulgón de la fresa	<i>Pentatrichopus fragaefolii</i>
Thrips	<i>Frankliniella occidentalis</i>
Marchitez	<i>Fusarium oxysporum f. sp. Fragariae</i>

Elaborado por: Flores, 2018.

2.2.2 Soluciones nutritivas

Lara (1999) menciona que las soluciones nutritivas como un conjunto de compuestos y formulaciones que contienen los elementos esenciales disueltos en el agua, que las plantas necesitan para su desarrollo. Los estudios de la fisiología vegetal determinaron que ciertos elementos esenciales afectan el desarrollo de la planta, partiendo de esto se inició la mezcla de compuestos los cuales fueron evaluados hasta llegar a una solución, que hasta hoy se siguen modificando para diferentes cultivos por la variabilidad tanto genética como el medio ambiente. Pero es importante que esta tenga los elementos esenciales los que permitirán sobrevivir a la planta como son: Macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg) que son los más demandados para su desarrollo, y los micronutrientes (Cl, B, Fe, Mn, Zn y Mo) que son elementos que se requiere en menor proporción.

Hydro environment (2018), manifiesta que el agua es uno de los elementos más importantes en las soluciones nutritivas ya que proporciona todos los minerales necesarios para el desarrollo de las plantas, pero estos deben presentar un rango normal

para que no cambie la composición química de la solución y todos los nutrientes se encuentren disponibles para las plantas en todo momento. Evitar aguas duras porque contiene una alta concentración de algunos compuestos minerales principalmente Magnesio y Calcio. De igual forma el pH es muy importante que se encuentre en un rango de 5,5 a 6,5 para que permita la asimilación y disponibilidad de los nutrientes a las plantas, de lo contrario se acumularían sales insolubles, la planta no lo podrían aprovechar los nutrientes, o intoxicarían produciendo así una planta enferma o muerte.

Además de la calidad del agua, el balance de macro y micronutrientes son indispensables en la preparación de las soluciones nutritivas, Hydro environment (2018) detalla la importancia de los mismos para las plantas, a continuación:

Tabla 3.- Nutrientes indispensables en las Soluciones Nutritivas

Nutrientes	Función
Nitrógeno (N)	Forma parte de los aminoácidos, proteínas, coenzimas, ácidos nucleicos y clorofila. Esencial en el crecimiento y desarrollo de las plantas
Fosforo (P)	Constituye enzimas, ácidos nucleicos, fosfolípidos, glucosa y ATP
Potasio (K)	Activador de enzimas y síntesis de proteínas.
Calcio (Ca)	Actúa como regulador del transporte de carbohidratos, forma parte de la estructura de la pared celular, y ayuda al crecimiento radicular
Magnesio (Mg)	Parte esencial de la molécula de clorofila.
Azufre (S)	Constituyente de aminoácidos y proteínas.
Hierro (Fe)	Encargado de la síntesis de clorofila y como portador de electrones en la fotosíntesis
Zinc (Zn)	Necesario para la formación de ácido indolacético.

Manganeso (Mn)	Participa en la producción fotosintética de oxígeno a partir del agua y forma parte en la formación de clorofila
Cobre (Cu)	Se involucra en la formación de la pared celular y es parte de algunas enzimas.
Boro (Bo)	Se encarga síntesis y transporte de carbohidratos , viabilidad del polen y actividades celulares como respiración, división, crecimiento, etc

Elaborado por: Flores, 2018

2.2.3 Sustratos

Castro, (2013), manifiesta que la renovación tecnológica y modernización de la actividad agrícola, los sustratos o medios de crecimiento tienen un papel fundamental en los viveros frutícolas, hortícolas, ornamentales y forestales. La selección del sustrato para un cultivo permite optimizar la producción en los viveros y evitar el agotamiento del suelo, el cual ha sido el principal sustrato empleado. La mayoría de la investigación sobre sustratos como medio de crecimiento se ha desarrollado en especies ornamentales, y entre los más utilizados se encuentran la turba (peat moss), tierra de monte, arena de río, perlita, vermiculita, agrolita y compostas entre otros.

Cascarilla de arroz

Quintero, González y Guzmán, (2011), menciona que la cascarilla puede utilizarse como sustrato directamente o tras sufrir un proceso de descomposición. La cascarilla es un sustrato orgánico de baja tasa de descomposición por su alto contenido de sílice, es liviano (densidad aparente entre 0,090 y 0,22 g de masa seca por cm³), tiene alta porosidad y baja capacidad de retención de humedad, su conductividad hidráulica es elevada, su pH es neutro, mientras sus elevados contenidos iniciales de potasio y bajos de calcio y magnesio crean la necesidad de aplicar enmiendas en los estadios. Para mejorar las propiedades físicas y químicas, especialmente para aumentar la retención de humedad, se realiza la quema parcial de la cascarilla de arroz, ésta se apila, se enciende fuego por un costado y se va revolviendo con cascarilla cruda hasta obtener el grado de quemado deseado.

Fibra de coco

Quintero, González y Guzmán, (2011), menciona que la fibra de coco (Cocos nucifera) es un material orgánico de lenta descomposición que resulta como subproducto de las plantaciones de coco de los países situados en los trópicos, como Sri Lanka, India, Filipinas, Costa de Marfil y México. Los productos resultantes del desfibrado de la nuez de coco que proceden del mesocarpio son fibras largas, que se suelen utilizar para diversas actividades de manufactura. La fibra de coco consiste en partículas de lignina y celulosa, con una relación C/N de 80; en general, la fibra de coco se utiliza fresca. Para algunos tipos de fibra que presentan toxicidad en el material fresco es aconsejable el compostaje antes de su uso en mezcla para sustratos, debiendo añadir nitrógeno durante el proceso de compostaje.

Cascajo

Catucuaño, (2009), manifiesta que el suelo calizo contiene entre un 12% y un 30% de carbonato de calcio. Tiene un pH superior a 7. Es inestable, se seca rápido y posee mala capacidad de retención de los oligoelementos, existen problemas para el cultivo debido a que el porcentaje de calcio activo bloquea la asimilación de nutrientes en las plantas, provocando carencias graves que se manifiestan en clorosis (amarilleo de las hojas).

Kekilla

Es una turba de origen natural. Los niveles de nutrientes de este sustrato pueden disminuir durante el tiempo de almacenamiento, por lo cual es añadir un fertilizante soluble NPK antes de utilizarla o, como muy tarde, al inicio del cultivo (Kekillaprofesional, 2018).

CAPÍTULO III

HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

3.1. HIPÓTESIS

La aplicación de diferentes soluciones nutritivas y sustratos para el cultivo hidropónico influye en la producción de fresa (*Fragaria X ananassa*) Var. Albión.

3.2. OBJETIVOS

3.2.1. Objetivo General

Evaluar la producción hidropónica de fresa (*Fragaria X ananassa*) utilizando tres soluciones nutritivas y dos combinaciones de sustratos sólidos.

3.2.2. Objetivos Específicos

- Determinar la solución nutritiva y la combinación de sustrato sólido con el cual se alcanza el mayor rendimiento en la producción de fresa (*Fragaria x ananassa*).
- Determinar el requerimiento hídrico del cultivo hidropónico de fresa (*Fragaria x ananassa*) de acuerdo a sus etapas fenológicas.
- Realizar el análisis financiero de los tratamientos usando Relación Beneficio-Costo.

CAPÍTULO IV

MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO

La investigación se llevara a cabo en la propiedad del Sr. Mario Flores, ubicada en el sector Andignato, cantón Cevallos, provincia de Tungurahua, geo referenciado según el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) a una latitud de 01° 21'42" S, longitud: 78° 35'58" W y con una altitud de 2852 msnm.

4.2. CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR

4.2.1. Clima

Según los datos registrados en la estación meteorológica de la Granja Experimental Docente Querochaca, el clima del sector está clasificado como templado-frío semi-seco. Los valores promedios anuales de la estación meteorológica, de los años 2010 al 2012, son los siguientes: temperatura media anual 13,1° C, temperatura máxima anual 19,3 °C, temperatura mínima anual 7,3 °C, precipitación media anual 499,1 mm, humedad relativa 71,5%, nubosidad 7 octavos y velocidad del viento 2,9 m/s. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (2017).

4.3. EQUIPOS, MATERIALES Y REACTIVOS

4.3.1. Equipos

- Motobomba de riego.
- Motobomba de fumigación.
- Balanza

4.4.2. Materiales

- Cascarilla de arroz.
- Fibra de coco.
- Cascajo.
- Kekilla.
- Cintas de goteo.
- Tubería de fertirrigación.
- Accesorios para conexión de sistema de riego.
- Plantas de fresa variedad Albión.
- Herramientas de labranza.
- Libreta de campo.
- Equipo de protección.
- Pionalas.
- Estacas.
- Fundas.
- Nitrato de potasio
- Nitrato de calcio
- Fosfato mono amónico
- Fosfato mono potásico
- Sulfato de magnesio
- Sulfato de potasio
- Nitrato de magnesio
- Folicial

4.4. FACTORES EN ESTUDIO

En el presente trabajo de investigación los factores de estudio fueron:

4.4.1. Soluciones nutritivas

- Solución 1:(N 220, P 146, K 440, Ca 320, Mg 120 ppm) (Jara y Suny, 1999)
- Solución 2:(N 264, P 175.2 K 528, Ca 384, Mg 144 ppm)
- Solución 3:(N 176, P 116.8, K 352 , Ca 256, Mg 96 ppm)

4.4.2. Sustratos

- Mezcla 1: (Cascarilla 30% + Cascajo 10% + Fibra de coco 40% + Kekilla 20%)
- Mezcla 2: (Cascarilla 20% + Cascajo 20% + Fibra de coco 30% + Kekilla 30%)

4.5. TRATAMIENTOS

Los tratamientos aplicados y que resultan de la combinación de los factores en estudio se presentan en la Tabla 4:

Tabla 4. Tratamientos en estudio

No.	TRATAMIENTOS	DESCRIPCIÓN
1	S1M1	S1: (N 220, P 146, K 440, Ca 320, Mg 120 ppm) en el sustrato M1: (Cascarilla 30% + Cascajo 10% + Fibra de coco 40% + Kekilla 20%)
2	S1M2	S1: (N 220, P 146, K 440, Ca 320, Mg 120 ppm) en el sustrato M2: (Cascarilla 20% + Cascajo 20% + Fibra de coco 30% + Kekilla 30%)
3	S2M1	S2: (N 264, P 175.2 K 528, Ca 384, Mg 144 ppm) en el sustrato M1: (Cascarilla 30% + Cascajo 10% + Fibra de coco 40% + Kekilla 20%)

4	S2M2	S2: (N 264, P 175.2 K 528, Ca 384, Mg 144 ppm) en el sustrato M2: (Cascarilla 20% + Cascajo 20% + Fibra de coco 30% + Kekilla 30%)
5	S3M1	S3: (N 176, P 116.8, K 352, Ca 256, K 96 ppm) en el sustrato M1: (Cascarilla 30% + Cascajo 10% + Fibra de coco 40% + Kekilla 20%)
6	S3M2	S3: (N 176, P 116.8, K 352, Ca 256, Mg 96 ppm) en el sustrato M2: (Cascarilla 20% + Cascajo 20% + Fibra de coco 30% + Kekilla 30%)

Elaborado por: Flores, 2017.

4.6. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó el diseño experimental de bloques completamente al Azar (DBCA) con tres repeticiones.

4.7. VARIABLES RESPUESTA

4.7.1. Análisis físico-químico de sustratos

Se realizó el análisis físico-químico de M1 y M2 a los 0, 60, y 120 días, mediante el servicio del Laboratorio de Suelos y Aguas de la Universidad Técnica de Ambato.

Se recolectó los datos de 5 plantas/tratamiento, elegidas al azar y se determinó:

4.7.2. Volumen Radicular

Se determinó a los 30, 60, 90, 120 y 180 días mediante el Método de Arquímedes, detallado por Lui, *et al.*, 2007. En el cual se determinó el volumen radicular por desplazamiento de líquido (agua) en una probeta con volumen de 100 cc.

4.7.3. Volumen Foliar

Se determinó a los 30, 60, 90, 120 y 180 días mediante el Método de Arquímedes, detallado por Lui, *et al.*, 2007. En el cual se determinó el volumen foliar por desplazamiento de líquido (agua) en una probeta con volumen de 100 cc.

4.7.4. Rendimiento

Se realizó cuatro cosechas, durante cuatro semanas consecutivas. Se pesó la totalidad de la fruta de cada tratamiento en una balanza de precisión.

CAPITULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5. 1. RESULTADOS

5.1.1. Volumen radicular (cc)

El volumen radicular se lo midió en cinco periodos de tiempo; a los 30, 60, 90, 120 y 180 días. A los 30 días se presentaron dos rangos de significación, encontrándose en el primer rango de significación los tratamientos S1M2 y S2M1, con medias de 7,33 y 7,1, respectivamente (Tabla 7). Según Rodríguez (1998) este crecimiento inicial rápido se debe a la acción del Nitrógeno, el nitrógeno se une al α -cetato glutarato para dar dos moléculas de ácido glutámico, el cual interviene en la síntesis de proteínas vegetales, lo cual se traduce con el crecimiento de la biomasa.

A los 60 días no se presentaron diferencias estadísticamente significativas. Los tratamientos S1M1 y S2M1 presentan el mejor volumen radicular, con medias de 11,33 cc y 10,0 cc, respectivamente. Este crecimiento se debe a la acción del nutriente fosforo, ya que permite incrementar las enzimas, ácidos nucleicos, fosfolípidos, glucosa y ATP necesario para el crecimiento del volumen radicular.

En la medición realizada a los 90 días, el tratamiento S1M1 presento una media de 13,73 cc, crecimiento que fue permitido por la facilidad de penetración de la mezcla de sustratos utilizada, mientras que S1M2 presentó el menor desarrollo radicular, con una media de 12,67 cc.

A los 120 y 180 días, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas. El mayor volumen radicular se encontró en el tratamiento S1M1, el cual brinda mayor facilidad de penetración de las raíces en relación a las otras mezclas de sustratos utilizadas, con medias de 17,52 cc y 27,03 cc en estos periodos de medición.

5.1.2. Volumen foliar

La variable volumen foliar, se registró en cinco intervalos de tiempo; a los 30, 60, 90, 120 y 180 días. A los 30 días se registraron dos rangos de significación, ocupando el primer lugar, el tratamiento S2M1 con una media de 9,33 cc, este crecimiento rápido se debe a la acción del nitrógeno, que interviene en la formación de proteínas estructurales y en la formación de biomasa foliar, mientras que los tratamientos S3M2 y S2M2, con medias de 5,87 cc y 5,8 cc, respectivamente, presentan el menor desarrollo foliar (Tabla 7).

A los 60 días, el tratamiento S2M1 presento el mayor volumen foliar, con una media de 23,35 cc, lo cual se debe a la acción de la adición de nutrientes a necesaria con el requerimiento nutricional de la fresa, mientras que el tratamiento S3M2 presento el menor desarrollo foliar, con una media de 14,33 cc.

En la medición realizada a los 90, 120 y 180 días, el tratamiento S2M1 registro el mayor volumen foliar, con medias de 31,2 cc, 43,36 cc y 55,53 cc, respectivamente. Este crecimiento prolongado se debe a que durante el desarrollo de la planta de fresa, desde la primera semana se evidencio la acción de los nutrientes añadidos en la solución nutritiva S2, lo cuales según Jara (1998) son los requeridos por esta especie vegetal.

Los tratamientos S2M1 y S2M2 contienen una base equilibrada de nutrientes, es así que Gallardo et al, (2009) sostiene la adición de nutrientes de acuerdo al requerimiento nutricional de cada especie permite mejorar el desarrollo de los vegetales, la formación de proteínas vegetales y con ello, la formación de biomasa. Además del nitrógeno y fosforo, el potasio es esencial para el desarrollo de los vegetales, este interviene en la activación de enzimas, como la enzima asociada a Rubisco, esencial en el crecimiento de las plantas. Así mismo, el calcio actúa como regulador del transporte de carbohidratos y en la estructuración de la pared celular de los vegetales y, el Magnesio, es muy importante en la formación de la molécula de clorofila.

5.1.3. Rendimiento

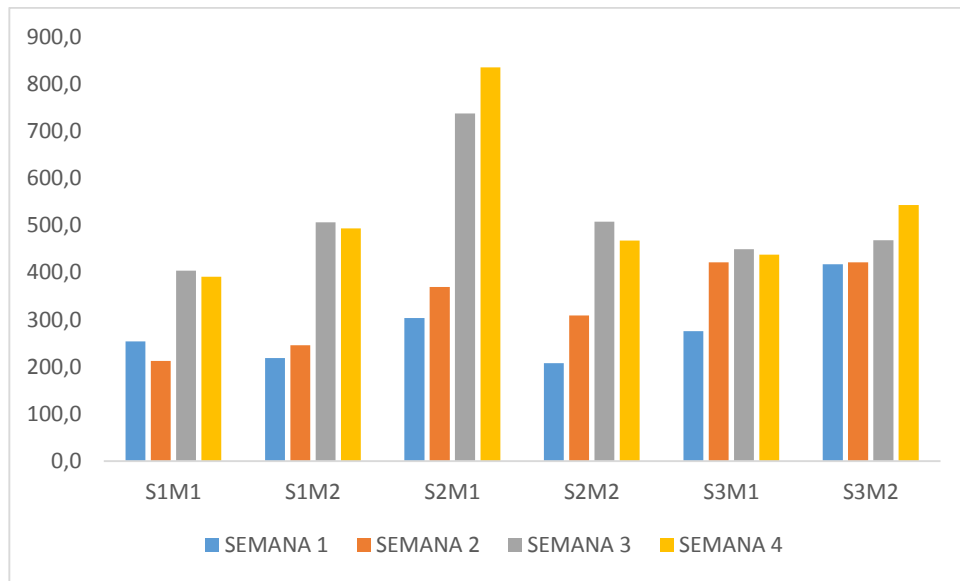


Figura 1. Rendimiento del cultivo de fresa con tres soluciones nutritivas en hidroponía.

Durante las cuatro semanas seleccionadas para la cosecha, se registró que el tratamiento S2M1 presento los valores más altos, con medias de 303,4 g/Trat., 369,4 g/Trat., 737,9 g/Trat. y 835,6 g/Trat. (Tabla 7). Únicamente en la segunda semana, se encontraron dos tratamientos en el mismo rango de significación (a), S2M1 y S3M1, los cual significa que son estadísticamente iguales. Los valores obtenidos durante la investigación son superiores al rendimiento obtenido por Chuqui y Lema (2010), de 3982 Kg/ha/semana.

5.1.4. Programación del riego

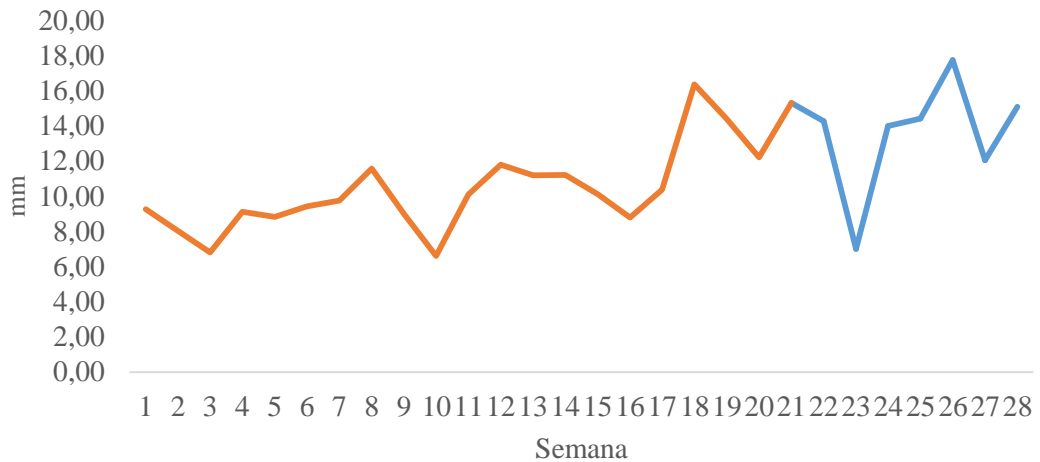


Figura 2.- Requerimiento hídrico del cultivo de fresa en la etapa de desarrollo (naranja) e intermedia (azul) de acuerdo a las condiciones meteorológicas del sector Andignato, cantón Cevallos.

Para la determinación de las fases fenológicas del cultivo de fresa se empleó la Codificación BBCH propuesta por Meier *et al.*, 1994.

Se determinó que el requerimiento hídrico del cultivo de fresa bajo las condiciones meteorológicas del sector Andignato en la etapa de desarrollo es de 204,99 mm, y en la etapa intermedia es de 109,91 mm, con una media de 13,74 mm/ semana (Tabla 8).

En la etapa de desarrollo se registró un promedio de 10,21 mm de agua necesarios para el cultivo de fresa implantada en condiciones de acolchado y con riego por goteo, el cual tiene una eficiencia del 90% (Tabla 8).

5.1.5. Análisis Económico

Para realizar el análisis económico se usó la Relación Beneficio costo, en la cual se determinó el índice de 1.09, por lo cual se concluye que el proyecto es económicamente viable.

Tabla 5.- Costo de inversión de cultivo hidropónico de fresa para 200 metros cuadrados.

Recurso	Unidad	Cantidad	Valor unitario (USD)	Subtotal (USD)
Pingos	unidad	24	1,2	28,8
Tablas	unidad	18	1,2	21,6
Alambre	rollo	1	12	12
	Metros			
Plástico	cuadrados	40	1	40
Grapas	caja	1	5	5
Válvula	unidad	1	5	5
Goteros	unidad	180	0,2	36
Manguera	Metros	24	0,25	6
Cascarilla de arroz	Kilos	300	0,5	150
Cascajo	Kilos	100	0,02	2
Fibra de coco	Bloques	6	6,5	39
Kekilla	Kilos	200	0,2	40
Plántulas	unidad	180	0,22	39,6
Nitrato de potasio	Kilos	5	0,2	1
Nitrato de calcio	Kilos	7	0,25	1,75
Fosfato mono amónico	Kilos	10	0,22	2,2
Fosfato mono potásico	Kilos	10	0,25	2,5
Sulfato de magnesio	Kilos	5	0,4	2
Sulfato de potasio	Kilos	4	0,45	1,8
Nitrato de magnesio	Kilos	10	0,3	3
Folical	Kilos	3	0,4	1,2
TOTAL (USD)				440,45

Tabla 6.- Ingresos en 200 metros cuadrados de fresa hidropónica

Producción	Valor (USD/Kg)	USD
36,408	1,75	63,714
50,64	1,75	88,62
88,548	1,75	154,959
100,272	1,75	175,476

Relación Beneficio Costo:

$$RBC = \frac{\text{Ingreso Total}}{\text{Costo Total actualizado}}$$

$$RBC = \frac{482,77}{440,45}$$

$$RBC = 1,09$$

Se determinó la Relación Beneficio Costo de 1,09, es decir la producción de fresa hidropónica es viable dentro de un mes de producción, considerando un precio comercial de 1,75 USD/Kg.

Tabla 7.- Parámetros de desarrollo de fresa (Fragaria x ananasa) en hidroponía

Trat.	Volumen radicular (cc)					Volumen foliar (cc)					Rendimiento (g/Trat.)			
	30 Días	60 Días	90 Días	120 Días	180 Días	30 Días	60 Días	90 Días	120 Días	180 Días	1 SEMANA	2 SEMANA	3 SEMANA	4 SEMANA
S1M1 ¹	3,83 b	11,33 a	13,73 a	17,53 a	27,03 a	6,7 ab	17,67 ab	24,13 ab	36,87 ab	46,67 ab	253,8 bc	212,9 d	404,4 b	391,6 c
S1M2	7,33 a	7,5 a	12,67 a	15,63 a	23,37 a	7,67 ab	23,35 a	26,53 ab	39,27 ab	50,67 ab	218,4 c	245,7 cd	507,0 b	494,0 bc
S2M1	7,1 a	10,0 a	12,8 a	16,3 a	25,13 a	9,3 a	23,33 a	31,2 a	43,37 a	55,53 a	303,4 a	369,4 a	737,9 a	835,6 a
S2M2	5,83 ab	9,0 a	13,33 a	16,23 a	23,5 a	5,8 b	20,0 a b	27,93 ab	43,1 a	55,3 a	207,7 b	308,8 bc	508,1 b	467,9 b c
S3M1	5,5 ab	7,33 a	13,67 a	16,5 a	24,97 a	6,3 a b	16,33 ab	21,77 a b	34,67 ab	43,97 ab	275,9 bc	422,0 a	449,8 b	437,9 b c
S3M2	6,97 a	7,6 b	13,17 a	15,7 a	22,9 a	5,87 b	14,33 b	19,67 b	30,53 b	37,17 b	218,0 c	421,5 ab	468,8 b	543,7 b
E.E.	0,48	1,05	0,44	0,71	1,27	0,62	1,35	2	2,14	2,61	76,41	73,4	152,18	152,69
C.V.	13,7	19,27	5,7	7,5	9,01	15,48	12,24	13,76	9,77	9,38	9,47	7,7	10,28	10,01
P-Valor	0,0034	0,0718	<0,0001	0,4905	0,2834	0,0182	0,0036	0,0219	0,0113	0,0038	<0,0001	<0,0001	0,0002	<0,0001

*Valores con la misma letra en la misma columna son estadísticamente iguales (Tukey, P < 0,05). CV: Coeficiente de Variación. EE: Error Estándar. P valor: Probabilidad. Tratamientos ¹

Tabla 8.- Requerimiento hídrico del cultivo de fresa en el periodo agosto 2017-febrero 2018.

Semana	Ev (A) mm/semana	Kp	Etp mm/semana	Kc	Etc	Aplicación de riego	Eficiencia método de riego	Volumen de agua (l/m ²)	Etapas Fenológicas	Requerimiento hídrico/Etapa
1	28,60	0,60	17,16	0,60	10,30	Riego	0,9	9,27		
2	19,80	0,75	14,85	0,60	8,91	Riego	0,9	8,02		
3	16,80	0,75	12,60	0,60	7,56	Riego	0,9	6,80		
4	26,00	0,65	16,90	0,60	10,14	Riego	0,9	9,13		
5	21,80	0,75	16,35	0,60	9,81	Riego	0,9	8,83		
6	23,30	0,75	17,48	0,60	10,49	Riego	0,9	9,44		
7	27,80	0,65	18,07	0,60	10,84	Riego	0,9	9,76		
8	28,60	0,75	21,45	0,60	12,87	Riego	0,9	11,58		
9	25,60	0,65	16,64	0,60	9,98	Riego	0,9	8,99		
10	18,80	0,65	12,22	0,60	7,33	Riego	0,9	6,60	Desarrollo	204,99
11	28,80	0,65	18,72	0,60	11,23	Riego	0,9	10,11		
12	33,60	0,65	21,84	0,60	13,10	Riego	0,9	11,79		
13	31,90	0,65	20,74	0,60	12,44	Riego	0,9	11,20		
14	27,70	0,75	20,78	0,60	12,47	Riego	0,9	11,22		
15	25,00	0,75	18,75	0,60	11,25	Riego	0,9	10,13		
16	21,70	0,75	16,28	0,60	9,77	Riego	0,9	8,79		
17	25,60	0,75	19,20	0,60	11,52	Riego	0,9	10,37		
18	32,90	0,65	21,39	0,85	18,18	Riego	0,9	16,36		
19	25,10	0,75	18,83	0,85	16,00	Riego	0,9	14,40		
20	21,30	0,75	15,98	0,85	13,58	Riego	0,9	12,22		
21	26,70	0,75	20,03	0,85	17,02	Riego	0,9	15,32		
22	28,70	0,65	18,66	0,85	15,86	Riego	0,9	14,27	Intermedia	109,91
23	14,10	0,65	9,17	0,85	7,79	Riego	0,9	7,01		

24	24,40	0,75	18,30	0,85	15,56	Riego	0,9	14,00
25	29,00	0,65	18,85	0,85	16,02	Riego	0,9	14,42
26	35,70	0,65	23,21	0,85	19,72	Riego	0,9	17,75
27	21,00	0,75	15,75	0,85	13,39	Riego	0,9	12,05
28	26,30	0,75	19,73	0,85	16,77	Riego	0,9	15,09

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS

6.1. CONCLUSIONES

Al finalizar la investigación “EVALUACIÓN DE SUSTRATOS Y SOLUCIONES NUTRITIVAS EN LA PRODUCCIÓN HIDROPÓNICA CON SUSTRATOS SÓLIDOS EN FRESA (*Fragaria x ananassa*)” se concluyó que:

- Todos los tratamientos utilizados, brindaron condiciones para el desarrollo del cultivo de fresa (*Fragaria x ananassa*).
- El tratamiento S2M1 del volumen radicular (25,13 cc), volumen foliar (55,53 cc) y rendimiento (5013,6 Kg/ha./semana).
- En el periodo agosto 2017-febrero 2018 fue necesario utilizar 314,90 mm de riego, utilizando el método de riego por goteo.
- El requerimiento hídrico del cultivo de fresa en la fase de desarrollo es de 204,99 mm, y para la etapa intermedia, es de 109,91 mm, hasta la duración del ensayo.

6.2. BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, A. (2013). Aplicación foliar de tres dosis de calcio y tres dosis de boro en el cultivo de fresa (*Fragaria X ananassa*. Duch) cultivar oso grande, bajo cubierta. Universidad Técnica de Ambato.
- Beltrano, J. y Gimenez, D. (2015). Cultivo en hidroponía. Universidad Nacional de La Plata, *I*(978-950-34-1258-9), 180.
- Cárdenas, L; Navarro, R; Lobit, P; Martínez, O y Escalante, O. (2005). Revista fitotecnia mexicana. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 28(2), 171–174.
- Castro, O (2013). Selección de un sustrato para el crecimiento de fresa en hidroponía. *Revista Fitotecnia Mexicana Publ. Por La Sociedad Mexicana de Fitogenética*.

- Castro, O. (2013). Selección de un sustrato para el crecimiento de fresa en hidroponía. *Revista Fitotecnia Mexicana Publ.* Por La Sociedad Mexicana de Fitogenética.
- Catcuago, C. (2009). Propagación por hijuelos de la planta de la vida, dulcamara (*Bryophyllum gastonis*) utilizando 3 sustratos y evaluación de su efecto fungicida en la roya del fréjol (*Uromyces phaseoli*). Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito.
- Chuqui, F., Lema, M. (2010). Evaluación del rendimiento en el cultivo de fresa, variedad oso grande bajo invernadero mediante dos tipos de fertilización en la parroquia Octavio Cordero, Cantón Cuenda. Universidad Politécnica Salesiana. Tesis previa a la obtención del Título de Ingeniero Agrónomo.
- Darvas, J. y Kotze, J. (1987). Enfermedades de la fruta de aguacate y su control en Sudáfrica. *South African Avocado Grower's Association Yearbook* 10: 117-119. Recuperado de http://www.avocadosource.com/wac1/wac1_p117.pdf
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2018). Frutas y hortalizas. Retrieved March 1, 2018, from <http://www.fao.org/in-action/inpho/crop-compendium/fruits-vegetables/es/>
- Fernandez, J. (2013). Producción de frutilla (*Fragaria vesca*) en un sistema hidropónico con diferentes proporciones de sustratos y la dosificación de tres concentraciones comerciales de soluciones nutritivas. Universidad mayor de san andrés facultad de agronomía carrera de ingeniería agronómica tesis de grado.
- Fernandez, J. (2013). Producción de frutilla (*Fragaria vesca*) en un sistema hidropónico con diferentes proporciones de sustratos y la dosificación de tres concentraciones comerciales de soluciones nutritivas. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. Carrera de Ingeniería Agronómica. Tesis de grado.
- Furlani, P. R., & Fernández Junior, F. (2007). Hidroponía vertical para la producción de fresa, (36).
- Furlani, P. R., y Fernández Junior, F. (2007). Hidroponía vertical para la producción de fresa (36).
- Gallardo, A., Covelo, F., Morillas, M., Delgado, M. (2009). Ciclos de nutrientes y procesos edáficos en los ecosistemas terrestres: especificidades del caso

- mediterráneo y sus implicaciones para las relaciones suelo-planta. *Ecosistemas* 18 (2): 4-19
- García, I; Briones, G. (2007). *Sistemas de riego por aspersión y goteo*, México DF, México. Trillas. 2ed
- García, M (2014). Ficha Técnica para el Cultivo de la Fresa, 2, 9. Retrieved from [http://www.agrolalibertad.gob.pe/sites/default/files/Ficha Técnica para el Cultivo de la Fresa_0.pdf](http://www.agrolalibertad.gob.pe/sites/default/files/Ficha_Técnica_para_el_Cultivo_de_la_Fresa_0.pdf)
- García, M, 2014. (2014). Ficha Técnica para el Cultivo de la Fresa, 2, 9.
- Gomez, V. Vallejo, C. (2015). Los síntomas de las deficiencias de fósforo se deben al desarrollo anormal del vegetal, mostrándose en la parte aérea y en el sistema radicular, el fósforo es un elemento básico en casi todos los procesos de crecimiento.
- Granda, J y López, C. (2009). Estudio de los sistemas de riego localizado por goteo y exudación en el rendimiento del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa L.*) bajo invernadero. Tesis de grado. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Ibarra, Ecuador.
- Hernández, A., Bautista, S., y Velázquez, M. (2007). Prospectiva de extractos vegetales para controlar enfermedades postcosecha hortofrutícolas. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 30 (002), 119-123. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61030202>
- Howard, R. y Valent, B. (1996). Breaking and entering: Host penetration by the fungal rice blast pathogen *Magnaporthe grisea*. *Annual Review of Microbiology*, 50, 491-512.
- Hydro environment. (2018). Guía: ¿Qué es el sistema NFT? Retrieved March 1, 2018, from http://hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=page&id=101
- INEC (INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS Y CENSOS, EC.) (2015). Censo Nacional Agropecuario-Ecuador 2010. Quito, Ec. Recuperado de http://inec.gob.ec/estadisticas/?option=com_content&view=article&id=111&Itemid=126
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. (2018). Registro anual de observaciones Meteorológicas. Estación Agrometeorológica Querochaca.

Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Ecuador-Cevallos. 2 p

- Jara, E. Suni, M. (1997). Evaluation of nutritive solutions for the hydroponic culture of strawberry *Fragaria x ananassa*. *Peru, Biologic*, 6-1, 61-67.
- Juarez, R. Rodriguez, M. Sandoval, M. Muratalla, L. (2007). Comparación de tres sistemas de producción de fresa en invernadero (3rd ed.).
- Koike, T y Bolda, M, 2016. (2016). El Moho Gris, pudrición de Fresa Introducción y significado.
- Koike, T y Gubler, W y Davis, U y Browne, T, 2005. (2005). Universidad de California Manejo Integrado de Plagas—FRESAS. (Continental, Ed.) (2nd ed.). California.
- Lara, A. (1999). Nutrient Solution Management in the Hydroponic Production of Tomato. *Terra Latinoamericana*, 17(3), 221-229.
- Liu, F., Savić, S., Jensen, C. R., Shahnazari, A., Jacobsen, S. E., Stikić, R., & Andersen, M. N. (2007). Water relations and yield of lysimeter-grown strawberries under limited irrigation. *Scientia Horticulturae*, 111(2), 128-132. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2006.10.006>
- Londo, A. (2013). Aplicación de in bio fertilizante foliar en el cultivo de fresa (*Fragaria vesca L.*) en la parroquia San Luis, provincia de Chimborazo. Universidad Nacional de Loja.
- Lozada, P. (2017). Evaluación de tres bioestimulantes para el incremento de masa radicular y productividad en un cultivo establecido. Universidad Técnica de Ambato.
- Maher, E., Bate, N., Ni, W., Elkind, Y., Dixon, R., y Lamb, C. (1994). Increased disease susceptibility of transgenic tobacco plants with suppressed levels of preformed phenylpropanoid products. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 91 (2), 7802-7806. Recuperado de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8052663>
- Masis, C., & Aguilar, H. (1990). Efecto de la precipitación pluvial sobre la población de *Tetranychus urticae* en tres variedades de fresa. *Agronomía Costarricense*, 14(1), 89-92.

- Medina-Bolívar, J. S., Pinzón-Sandoval, E. H., & Cely, G. E. (2016). Efecto de sustratos orgánicos en plantas de fresa (*Fragaria sp.*) cv “Albion” bajo condiciones de campo. *Revista Ciencia Y Agricultura*, 13(2), 19–28.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2007). *Agrocadena de Fresa. Biblioteca Virtual* (Vol. 1).
- Peres, N., Kuramae, E., Dias, M. y de Souza, N. (2002). Identification and characterization of *Colletotrichum* spp. affecting fruit after harvest in Brazil. *Journal of Phytopathology- Phytopathologische Zeitschrift*, 150, 128-134. Recuperado de <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1439-0434.2002.00732.x/full>
- Pizarro, F. (1996). Riegos localizados de alta frecuencia. Bilbao, España. Mundiprensa. 3ed
- Quintero, M y González, C. y, & Guzmán, J, 2011. (2011). Sustratos para cultivos horticolas y flores de corte. *Sustratos, Manejo Del Clima, Automatización Y Control En Sistemas de Cultivo Sin Suelo*, (January), 1–38.
- Quintero, M; González, C y Guzmán, J, (2011). Sustratos para cultivos horticolas y flores de corte. *Sustratos, Manejo Del Clima, Automatización Y Control En Sistemas de Cultivo Sin Suelo*, (January), 1–38.
- Rea, L. (2012). Cultivo hidropónico de fresa. Universidad Técnica De Babahoyo. Babahoyo, Ec.
- Rocha, J. Tirzo, P. Gastélum, R. López, M. Díaz, J. y Cervantes, L (2012). *Revista mexicana de ciencias agrícolas*. (Vol. 3). Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.
- Rodríguez Mendoza, Ma. de las Nieves, Alcántar González, Gabriel, Aguilar Santelises, Andrés, Etchevers Barra, Jorge D., Santizó Rincón, José A. (1998). Estimación de la concentración de nitrógeno y clorofila en tomate mediante un medidor portátil de clorofila. *Terra Latinoamericana*.
- Rodríguez, A., Morales, D., y Ramírez, M. (2000). Efecto de extractos vegetales sobre el crecimiento *in vitro* de hongos fitopatógenos. *Revista Cultivos Tropicales*, 21 (2), 79-82.
- Romero, C. Ocampo, J. Sandoval, E. Tobar, J. (2012). Fertilización orgánica - mineral y orgánica en el cultivo de fresa (*Fragaria x ananasa Duch.*) bajo condiciones de invernadero. *Ra Ximhai*, 8(3), 41–49.

- Romero, C. Ocampo, J. Sandoval, E. Tobar, J. (2012). Fertilización orgánica – en el cultivo de fresa (*Fragaria x ananasa Duch.*) bajo condiciones e invernadero. *Ra Ximhai*, 8(3), 41–49.
- Rubio, S., Alfonso, A., Grijalba, A., & Pérez, M. (2014). Determinación de los costos de producción de la fresa cultivada a campo abierto y bajo macrotúnel. *Rev. Colomb. Cienc. Hortic*, 8(1), 67–79.
- Sholto, J. (1981). *Hidroponía como cultivar sin tierra*. 3 ed. Buenos Aires, Argentina. pp. 2-14
- SIAR. (2005). Fertirrigación. *Universidad Castilla-La Mancha*, 11, 8. Retrieved from <http://crea.uclm.es/siar/publicaciones/files/HOJA11.pdf>
- SIAR. (2005). Fertirrigación. *Universidad Castilla-La Mancha*, 11, 8.
- Sociedad Española de Nutrición Parenteral y Enteral., M. Á. D. (2015). Nutrición hospitalaria : organo oficial de la Sociedad Española de Nutrición Parenteral y Enteral. *Nutrición Hospitalaria* (Vol. 31). Jarpyo Editores.
- Sociedad Española de Nutrición Parenteral y Enteral., M. Á. D. (2015). Nutrición hospitalaria : organo oficial de la Sociedad Española de Nutrición Parenteral y Enteral. *Nutrición Hospitalaria* (Vol. 31). Jarpyo Editores.
- Tetra. (2013). Aplicación foliar de tres dosis de calcio. *Universidad Tecnica De Ambato*.
- Tomalo, M. (2013). CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE HONGOS FITOPATÓGENOS EN EL CULTIVO DE FRESA (*Fragaria vesca*). UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI. Retrieved from <http://181.112.224.103/bitstream/27000/2509/1/T-UTC-00044.pdf>
- Viasus-Quintero, G., Álvarez-Herrera, J., & Alvarado-Sanabria, O. (2013). Efecto de la aplicación de giberelinas y 6-bencilaminopurina en la producción y calidad de fresa (*Fragaria x ananassa Duch.*). *Bioagro*, 25(3), 195–200.
- Zotarelli, L; Dukes, M; Morgan, K. (2013). Interpretación del contenido de humedad del suelo para determinar capacidad de campo y evitar riego excesivo en suelos arenosos utilizando sensores de humedad. University of Florida.

6.3. ANEXOS

Anexo 1. Datos obtenidos en volumen radicular (cc) a los 30 días.

Tratamientos	Repeticiones			Sumatoria	Media
	R1	R2	R3		
S1M1	3	3,5	5	11,5	3,83
S1M2	7	9	6	22	7,33
S2M1	6,4	6,9	8	21,3	7,1
S2M2	5	6	6,5	17,5	5,83
S3M1	5	5,4	6	16,4	5,5
S3M2	6,7	7	7,2	20,9	6,97

Anexo 2. Datos obtenidos de volumen radicular (cc) a los 60 días.

Tratamientos	Repeticiones			Sumatoria	Media
	R1	R2	R3		
S1M1	13	10	11	34	11,33
S1M2	7,5	8	7	22,5	7,5
S2M1	14	7	9	30	10,0
S2M2	8	10	9	27	9,0
S3M1	7	7	8	22	7,33
S3M2	8,8	7,2	6,8	34	7,6

Anexo 3. Datos obtenidos en volumen radicular (cc) a los 90 días.

Tratamientos	Repeticiones			Sumatoria	Media
	R1	R2	R3		
S1M1	16,3	12,5	12,4	41,2	13,73
S1M2	15	12	11	38	12,67
S2M1	15,4	12	11	38,4	12,8
S2M2	15	12	13	40	13,33
S3M1	15	14	12	41	13,67
S3M2	16	11,5	12	39,5	13,17

Anexo 4. Datos obtenidos en volumen radicular (cc) a los 120 días.

Tratamientos	Repeticiones			Sumatoria	Media
	R1	R2	R3		
S1M1	20,9	16,3	15,4	52,6	17,53
S1M2	17,6	15,4	13,9	46,9	15,67
S2M1	19,5	15,2	14,2	48,9	16,3
S2M2	18,5	14,3	15,9	48,7	16,23
S3M1	17,5	17,3	14,7	49,5	16,5
S3M2	19,4	13,1	14,6	47,1	15,7

Anexo 5. Datos obtenidos en volumen radicular (cc) a los 180 días.

Tratamientos	Repeticiones			Sumatoria	Media
	R1	R2	R3		
S1M1	33,2	25,4	22,5	81,1	27,03
S1M2	27,5	22,4	20,2	70,1	23,37
S2M1	31,2	22,5	21,7	75,4	25,13
S2M2	27,4	20,6	22,5	70,5	23,5
S3M1	26	26,3	22,6	74,9	24,97
S3M2	28,2	18,4	22,1	68,7	22,9

Anexo 6. Datos obtenidos en volumen foliar (cc) a los 30 días.

Tratamientos	Repeticiones			Sumatoria	Media
	R1	R2	R3		
S1M1	8,6	6,5	5	20,1	6,7
S1M2	10	7	6	23	7,67
S2M1	9,3	10,4	8,2	27,9	9,3
S2M2	5,5	6,3	5,6	17,4	5,8
S3M1	7,1	6,3	5,5	18,9	6,3
S3M2	6,5	4,9	6,2	17,6	5,87

Anexo 7. Datos obtenidos de volumen foliar (cc) a los 60 días.

Tratamientos	Repeticiones			Sumatoria	Media
	R1	R2	R3		
S1M1	15	20	18	53	17,67
S1M2	24	26	20	70	23,33
S2M1	25	26	20	70	23,35
S2M2	18	22	20	60	20,0
S3M1	18	16	15	49	16,33
S3M2	16	12	15	43	14,33

Anexo 8. Datos obtenidos de volumen radicular (cc) a los 90 días.

Tratamientos	Repeticiones			Sumatoria	Media
	R1	R2	R3		
S1M1	20,8	27,4	24,2	72,4	24,13
S1M2	23,2	28,5	27,9	79,6	26,53
S2M1	33,1	33,4	27,1	93,6	31,2
S2M2	32,1	24,3	27,4	83,8	27,93
S3M1	23,7	22,1	19,5	65,3	21,77
S3M2	22,3	15,9	20,8	59	19,67

Anexo 9. Datos obtenidos de volumen radicular (cc) a los 120 días.

Tratamientos	Repeticiones			Sumatoria	Media
	R1	R2	R3		
S1M1	33,2	39,8	37,6	110,6	36,87
S1M2	37,4	39,5	40,9	117,8	39,27
S2M1	42,8	43,1	44,2	130,1	43,37
S2M2	48,7	37,9	42,7	129,3	43,1
S3M1	36,9	35,8	31,3	104	34,67
S3M2	34,2	25,3	32,1	91,6	30,53

Anexo 11. Datos obtenidos de volumen radicular (cc) a los 180 días.

Tratamientos	Repeticiones			Sumatoria	Media
	R1	R2	R3		
S1M1	43,2	50,1	46,7	140	46,67
S1M2	47,5	51,3	53,2	152	50,67
S2M1	55,3	55,1	56,2	166,6	55,53
S2M2	62,5	48,3	55,1	165,9	55,3
S3M1	46,2	46,5	39,2	131,9	43,97
S3M2	40,3	32,1	39,1	111,5	37,17

Anexo 12. Datos obtenidos en rendimiento (g/Trat.) a la primera semana.

Tratamientos	Repeticiones			Sumatoria	Media
	R1	R2	R3		
S1M1	255,82	250,4	255,2	761,42	253,8
S1M2	216,91	217,8	220,5	655,21	218,4
S2M1	304,58	301,5	304,1	910,18	303,4
S2M2	211,93	210,6	200,5	623,03	207,7
S3M1	284,38	278,3	265,1	827,78	275,9
S3M2	493,53	392,4	368,2	1254,13	218,0

Anexo 12. Datos obtenidos en rendimiento (g/Trat.) a la segunda semana.

Tratamientos	Repeticiones			Sumatoria	Media
	R1	R2	R3		
S1M1	227,4	220,3	190,9	638,6	212,9
S1M2	272,5	198,8	265,9	737,2	245,7
S2M1	408,1	309,5	390,6	1108,2	369,4
S2M2	317,6	318,2	290,5	926,3	308,8
S3M1	454,9	390,8	420,3	1266	422,0
S3M2	456,1	385,9	422,6	1264,6	421,5

Anexo 12. Datos obtenidos en rendimiento (g/Trat.) a la tercera semana.

Tratamientos	Repeticiones			Sumatoria	Media
	R1	R2	R3		
S1M1	408,6	389,5	415,1	1213,2	404,4
S1M2	544,8	490,2	485,9	1520,9	507,0
S2M1	862,6	622,3	728,9	2213,8	737,9
S2M2	532,5	490,2	501,6	1524,3	508,1
S3M1	454,6	408,4	486,5	1349,5	449,8
S3M2	590,2	390,4	425,8	1406,4	468,8

Anexo 12. Datos obtenidos en rendimiento (g/Trat.) a la cuarta semana.

Tratamientos	Repeticiones			Sumatoria	Media
	R1	R2	R3		
S1M1	429,4	422,5	322,8	1174,7	391,6
S1M2	592,5	490,5	398,9	1481,9	494,0
S2M1	948,8	722,4	835,7	2506,9	835,6
S2M2	589,2	423,9	390,6	1403,7	467,9
S3M1	495,6	422,8	395,4	1313,8	437,9
S3M2	648,2	560,3	422,5	1631	543,7

Anexo 13. Instalación del ensayo.



Anexo 14. Determinación del volumen foliar.



Anexo 15. Determinación del volumen radicular.



Anexo 16. Producción



CAPÍTULO VII

PROPUESTA

Producir fresa en hidroponía con sustratos solidos con el uso del tratamiento S2M1, es decir con el uso de una la solución nutritiva de en proporción (N 264, P 175.2 K 528, Ca 384, Mg 144 ppm) en una combinación de sustrato sus tratos en los siguientes porcentajes: Cascarilla 30% + Cascajo 10% + Fibra de coco 40% + Kekkilla 20%.

7.1 DATOS INFORMATIVOS

El presente estudio de investigación se realizó en el sector Andignado del cantón Cevallos, en la propiedad del Sr. Mario Flores, geo referenciado según el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) a una latitud de 01° 21' 42" S, longitud: 78° 35' 58" W y con una altitud de 2852 msnm.

Los responsables administrativos y técnicos de la presente propuesta son la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias específicamente la Carrera de Ingeniería Agronómica.

7.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

La mejor adaptación y producción del cultivo de fresa se obtuvo con el uso del tratamiento S2M1, es decir con el uso de una la solución nutritiva de en proporción (N 264, P 175.2 K 528, Ca 384, Mg 144 ppm) en una combinación de sustrato sus tratos en los siguientes porcentajes: Cascarilla 30% + Cascajo 10% + Fibra de coco 40% + Kekkilla 20%.

7.3 JUSTIFICACIÓN

El suelo con capacidad agrícola se está deteriorando continuamente, afectando la capacidad agrícola del mismo, disminuyendo la producción e incrementando los costos de producción del cultivo. Dentro del uso progresivo de técnicas alternativas en la producción de vegetales, el uso de sustratos y contenedores plásticos para el desarrollo de cultivos urbanos permiten incorporar cultivos agrícolas en zonas urbanas, los cuales

permiten reducir la dependencia mercantil de vegetales y promover la seguridad alimentaria del hogar.

El uso de soluciones nutritivas y sustratos en el cultivo de fresa beneficia al desarrollo de producción agrícola del sector, es decir permite el uso de zonas urbanas y suelos degradados para la producción de fresa.

7.4 OBJETIVO

Producir fresa usando una solución nutritiva (N 264, P 175.2 K 528, Ca 384, Mg 144 ppm) en el sustrato (Cascarilla 30% + Cascajo 10% + Fibra de coco 40% + Kekkilla 20%).

7.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

Las principales razones por las cuales el uso de soluciones nutritivas y sustratos constituyen una alternativa para la producción de fresa son: simplicidad en obtención, bajo costo de adquisición, bajo/nulo riesgo para la salud de productores y consumidores, alta capacidad de adopción de la técnica.

7.6 FUNDAMENTACIÓN

La falta de conocimiento y la deficiente investigación acerca de métodos alternativos de producción de cultivos, ha sido las principales limitantes para el aprovechamiento del espacio urbano para el desarrollo de cultivos agrícolas para el consumo del hogar.

En la actualidad, la agricultura se ha encaminado a procesos de producción con la misión de aprovechar los espacios urbanos para la producción agrícola, permitiendo promover la seguridad alimentaria del hogar, tanto en cantidad y calidad de los productos vegetales requeridos

7.7 METODOLOGÍA, MODELO OPERATIVO

Preparación de los sustratos

1. Tostar la cascarilla de arroz.
2. Hidratar la fibra de coco.
3. Agregar la kekillla y el cascajo
4. Mezclar según la proporción (Cascarilla 30% + Cascajo 10% + Fibra de coco 40% + Kekkilla 20%)

Plantación

La plantación del cultivo de fresa se debe realizar luego de haber incorporado la mezcla de sustratos en los contenedores plásticos. Posterior a la plantación se debe realizar riego de acuerdo al requerimiento del cultivo.

7.8 ADMINISTRACIÓN

Este proyecto estará administrado por la Universidad técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias y específicamente la carrera de Ingeniería Agronómica, y el señor Mario David Flores Barona, quienes brindaran una ayuda a los agricultores de las zonas aledañas para que mejoren sus ingresos económicos en diversos cultivos.

7.9 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

Luego de 6 meses, se realizará una evaluación del alcance de la propuesta en la zona de influencia donde se desarrolló la investigación, esto se realizara mediante una encuesta a los agricultores, para así fomentar más estudios acerca de este tema.