

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**“PRODUCCIÓN DE FRUTILLA (Fragaria ananassa) BAJO CONDICIONES
DE HIDROPONÍA”**

Por:

JORGE ALBERTO RODRÍGUEZ COCA.

Tesis de grado, presentada a consideración de la **UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**, como requisito para optar al **Grado Académico de Licenciatura en Ingeniería Agronómica**.

Marzo de 2015

Tarija - Bolivia.

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**“PRODUCCIÓN DE FRUTILLA (*Fragaria ananassa*) BAJO
CONDICIONES DE HIDROPONÍA”**

Por:

JORGE ALBERTO RODRÍGUEZ COCA

Tesis de Grado presentado a consideración de la **UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”** como requisito para optar el Grado Académico de Licenciatura en Ingeniería Agronómica.

Marzo de 2015

TARIJA – BOLIVIA

VºBº

.....
Ph. D. Ing. Gilberto Varas Catoira.

PROFESOR GUÍA

.....
MSc. Ing. Linder Espinoza Márquez

DECANO

FACULTAD DE CIENCIAS

AGRÍCOLAS Y FORESTALES

.....
MSc. Ing. Henry Valdez Huanca

VICEDECANO

FACULTAD DE CIENCIAS

AGRÍCOLAS Y FORESTALES

APROVADO POR:

TRIBUNAL:

.....
MSc. Ing. Wilfredo Benítez Ordoñez

.....
Ing. Grover Mealla Cortez

.....
MSc. Ing. Víctor Adolfo Villarroel Valdez

El tribunal de la presente Tesis de Grado, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el presente trabajo, siendo únicamente responsable el autor.

DEDICATORIAS:

Este trabajo está dedicado en primer lugar a mi querida familia, mis padres Martha y Jorge, mis hermanos Carlos, Walter y Gaby “gracias familia por apoyarme siempre y confiar en mí”.

También va dedicado a mi tía Carmen Rodríguez gracias por su apoyo y su confianza.

Y una dedicatoria especial a mi mama Gaby, mi mama Teresa, mi abuelo Julián y mi tío Rubén Tarupayo”, quienes adelantaron al encuentro con el Señor, pero que desde allí nos cuidan y siempre están al pendiente de todos, “gracias y nunca lo dejen de hacer”.

AGRADECIMIENTO:

A la Universidad Autónoma “Juan Misael Saracho” carrera Ing. Agronómica, por todas las enseñanzas y experiencias adquiridas en el seno de sus aulas durante estos 5 años de estudio. A todos mis docentes, quienes supieron impartirme sus conocimientos. Un reconocimiento especial a todos los que además de sus enseñanzas me brindaron su amistad.

Al Ing. Gilberto Varas Catoira. por aceptar ser mi Profesor Guía y por su labor constante en dirección de este trabajo, su paciencia y su enorme calidad científica ha hecho posible este sueño.

Al Ing. Víctor Adolfo Villarroel Valdez, por su valiosa colaboración y disponibilidad durante el desarrollo de la investigación, sus aportaciones exactas para enriquecer el trabajo.

Al Ing. Grover Mealla Cortez, por su sencillez, consejos y comentarios, para poder lograr la culminación de mi tesis.

Al Ing. Wilfredo Benítez Ordoñez, por su amabilidad, su experiencia y las aportaciones para la realización de este trabajo.

A mis amigos por su amistad, con quienes pasamos momentos inolvidables, quienes me han brindado su mano y ayuda para seguir adelante.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

	Pág.
1.1.-GENERALIDADES	1
1.2.- JUSTIFICACIÓN	3
1.3.- OBJETIVOS	4
1.3.1.- Objetivo general.....	4
1.3.2.- Objetivos específicos	4

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO Y REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

	Pág.
2.1.- DEFINICIÓN DE HIDROPONÍA	5
2.2.- CULTIVO HIDROPÓNICO	5
2.3.- VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA HIDROPONÍA	6
2.3.1.-Ventajas de los cultivos hidropónicos	6
2.3.2.-Desventajas de los cultivos hidropónicos	8
2.4.- ELEMENTOS HIDROPÓNICOS	8
2.4.1.- Los recipientes.....	8
2.4.1.1.-Tipos de recipientes	9
2.5.- DEFINICIÓN DE SUSTRATO.....	9
2.5.1.- Propiedades de los sustratos	10
2.5.1.1.- Propiedades físicas.....	10
2.5.1.2.- Propiedades químicas	11
2.5.1.3.- Propiedades biológicas	12
2.5.1.4.- Otras propiedades	12

	Pág.
2.5.2.- Elementos naturales en un sustrato	12
2.6.- SOLUCIÓN NUTRITIVA	13
2.6.1.-Inicio de las soluciones nutritivas.....	14
2.7.- SISTEMAS DE CULTIVOS HIDROPÓNICOS	15
2.7.1.- Sistema de raíz flotante.....	16
2.7.2.- El sistema de cultivo NFT (Nutrient Film Technique)	17
2.7.2.1-. Elementos constituyentes de una instalación de NFT (Nutrient Film Technique)	17
2.7.2.2.- Esquema de una instalación de NFT (Nutrient Film Technique)	18
2.7.2.3.- Localización del sistema NFT (Nutrient Film Technique).....	20
2.8.- FERTILIZANTES COMERCIALES O REACTIVOS QUÍMICOS PARA LA PREPARACIÓN DE LA SOLUCIÓN	20
2.9.- EXIGENCIA DE LA LUZ EN LOS CULTIVOS HIDROPÓNICOS	27
2.10.- RIEGO EN LOS CULTIVOS HIDROPÓNICOS.....	27
2.11.- CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA.....	28
2.12.- pH	28

	Pág.
2.13.- CONTROL DÍA POR MEDIO DE LA SOLUCIÓN NUTRITIVA.....	28
2.14.- DURACIÓN Y RENOVACIÓN DE LA SOLUCIÓN NUTRITIVA.....	30
2.15.- EL CULTIVO DE LA FRUTILLA	30
2.15.1.- Generalidades.....	30
2.16.- PRODUCCIÓN NACIONAL	30
2.17.- PRODUCCIÓN EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA	31
2.18.- BOTÁNICA.....	31
2.18.1.- El destolonado de la frutilla.....	32
2.18.2.- Principales características y descripción de la variedad de frutilla “Aromas”	36
2.18.2.1.- Principales características	36
2.18.2.1.- Descripción	36
2.18.2.3.- Resistencia a enfermedades y plagas	36
2.19.- MANEJO DEL CULTIVO.....	37
2.20.- REQUERIMIENTO ECOLÓGICOS	38

	Pág.
2.20.1.- Suelo	38
2.20.2.- Humedad relativa.....	39
2.20.3.- Fotoperiodo	39
2.20.4.-Agua.....	39
2.20.5.- Climatología	39
2.20.6.- Requerimiento nutricionales de la frutilla	40
2.21.- FITOSANIDAD	41
2.21.1.- Enfermedades infecciosas de la frutilla	41
2.21.1.1.- Pudrición café de la raíz (Fusarium sp)	41
2.21.1.1.1.- Síntomas	41
2.21.1.1.2.- Control	41
2.21.1.2.- Pudrición roja de la raíz (Phytophthora fragariae).....	41
2.21.1.2.1.- Síntomas	42
2.21.1.2.2.- Control	42
2.21.1.3.- Marchitez de la raíz o verticiliosis (Verticillium albo - atrum)	42
2.21.1.3.1.- Síntomas	42

	Pág.
2.21.1.3.2.- Control	43
2.21.1.4.- Sarna, antracnosis (Colletrotrichum sp.)	43
2.21.1.5.- Moho gris (Botrytis sp).....	43
2.21.1.5.1.- Síntoma	43
2.21.2.- Enfermedades no infecciosas de la frutilla	44
2.21.2.1.- Cara de gato o deformación de la frutilla	44
2.21.2.2.- Albinismo	44
2.21.3.- Plagas	44
2.21.3.1.- Trips (Thrips tabaci)	44
2.21.3.2.- Pulgones (Aphis sp).....	44
2.21.3.3.- Ácaros (Tetranychus sp)	44
2.21.4.- El principal ataque durante el cultivo	45
2.22.- Cosecha.....	46

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

	Pág.
3.1.- LOCALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	47
3.1.1.- Ubicación general	47
3.1.2.- Ubicación geográfica	48
3.2.- CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE INFLUENCIA	48
3.2.1.- Clima.....	48
3.2.1.1.- Temperatura	48
3.2.1.2.- Precipitación	48
3.2.1.3.- Velocidad y dirección de los vientos	48
3.2.1.4.- Humedad relativa.....	49
3.2.1.5.- Evaporación	49
3.2.1.6.- Radiación solar	49
3.2.1.7.- Suelo	49
3.2.1.8.- Vegetación	50
3.2.1.9.- Agricultura	50

	Pág.
3.3.- LOCALIZACIÓN DEL SITIO DE TRABAJO	50
3.4.- MATERIALES	50
3.4.1.- Materiales de campo	50
3.4.2.- Materiales a usados para la elaboración del cultivo hidropónico	51
3.4.2.1.- Tubos de PVC.....	51
3.4.2.2.- Plantines (Estolones)	51
3.4.2.3.- Tanque colector.....	51
3.4.2.4.- Mangueras y bombas de agua.....	52
3.4.2.5.- Nutrientes.....	52
3.4.2.6.- Agua.....	52
3.5.- METODOLOGÍA.....	52
3.5.1.- Características del diseño.....	53
3.5.2.- Descripción de los tratamientos.....	53
3.5.3.- Diseño de campo.....	54
3.6.- SELECCIÓN DEL LUGAR.....	55
3.6.1.- Ubicación de la instalación	55
3.6.1.1.- Consideraciones generales a tomarse en cuenta en la tesis	55

	Pág.
3.6.2.- Elaboración del cultivo hidropónico de la frutilla	55
3.6.3.- Limpieza del terreno y preparación del lugar	56
3.7.- PREPARACIÓN DEL TRABAJO.....	56
3.7.1.- Armado de la unidad experimental 1 (UE 1).....	56
3.7.1.1.- Preparación de la unidad experimental 1 (UE 1).....	57
3.7.2.- Armado de la unidad experimental 2 (UE 2).....	58
3.7.2.1.- Preparación de la unidad experimental 2 (UE 2).....	59
3.7.3.- Armado la unidad experimental 3 (U-E 3).	60
3.7.3.1.- Preparación de la unidad experimental 3 (UE 3).....	61
3.8.- VARIABLES A SER EVALUADAS DURANTE EL PROCESO DEL CULTIVO	62
3.8.1.-Grados brix	62
3.8.2.- Altura de la planta.....	62
3.8.3.- Numero de flores por planta y por tratamiento (N. F).....	62
3.8.4.- Numero de frutos por planta y por tratamiento (N, FR)	63
3.8.5.- Rendimiento en kg por planta y por tratamiento	63
3.8.6.- pH.	63
3.8.7.- Conductividad eléctrica	63

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

	Pág.
4.1. ANÁLISIS	64
4.2.- DISCUSIÓN	65
4.2.1.- Determinación sensorial y características organolépticas de frutos	66
43.- CONTENIDO EN SÓLIDOS SOLUBLES (GRADOS BRUX) DE LA FRUTA	67
4.4.- ALTURA DE LA PLANTA.....	68
4.5.- DÍAS A LA FLORACIÓN	69
4.5.1.- Número de flores por planta	70
4.5.2.- Número total de flores por tratamiento.....	71
4.6. - DÍAS A LA FRUCTIFICACIÓN	72
4.6.1.- Número de frutos cosechados por planta.....	73
4.6.2.- Número de frutos cosechados por tratamientos.....	74
47.- TAMAÑO MEDIO DE FRUTO	75
4.8.- RENDIMIENTO EN PESO POR TRATAMIENTO.....	77
4.9.- SEGUIMIENTO A LA VARIACIÓN DEL PH DE LA SOLUCIÓN....	78
4.10.- SEGUIMIENTO A LA VARIACIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD	

ELÉCTRICA (C.E) DE LA SOLUCIÓN	80
4.11.- ANÁLISIS ECONÓMICO	81
4.12.- DISCUSIÓN	85

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

	Pág.
5.1.- CONCLUSIONES	88
5.2.- RECOMENDACIONES.....	89
BIBLIOGRAFÍA	91
ANEXOS	

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro N° 1	
Coordenadas geográficas	48
Cuadro N° 2	
Características de diseño	53
Cuadro N° 3	
Solución hidropónica Hermanos Cáceres	57
Cuadro N° 4	
Solución hidropónica La Molina (Perú).....	59
Cuadro N° 5	
Solución hidropónica Hydrofil (Argentina)	61
Cuadro N° 6	
Período de recolección según tratamiento	65
Cuadro N° 7	
Producción total por hectáreas y por tratamientos Kg/ha	65

Cuadro N° 8

Valores de los grados brix en la frutilla para los diferentes tratamientos 67

Cuadro N° 9

Altura de las plantas (cm) 68

Cuadro N° 10

ANOVA para la altura de las planta 68

Cuadro N° 11

Días a la floración 69

Cuadro N° 12

ANOVA días a la floración..... 70

Cuadro N° 13

Número de flores por planta..... 70

Cuadro N° 14

ANOVA número de flores por planta 71

Cuadro N° 15

Número de flores por tratamiento 71

	Pág.
Cuadro N° 16	
ANOVA número de flores por tratamiento.....	72
Cuadro N° 17	
Días a la fructificación	73
Cuadro N° 18	
ANOVA días a la fructificación.....	73
Cuadro N° 19	
Número de frutos cosechados por planta	74
Cuadro N° 20	
ANOVA número de frutos cosechados por planta.....	74
Cuadro N° 21	
Número d frutos cosechados por tratamiento	75
Cuadro N° 22	
ANOVA número de frutos cosechados por tratamiento	75
Cuadro N° 23	
Rendimiento en peso por tratamiento	77

	Pág.
Cuadro N° 24	
ANOVA rendimiento en peso por tratamiento	77
Cuadro N° 25	
Seguimiento a la variación del pH de la solución	79
Cuadro N° 26	
Seguimiento de la variación de la conductividad eléctrica (C.E.) de la solución	81
Cuadro N° 27	
Análisis económico	82
Cuadro N° 28	
Costo de los ítem (0,25 ha) para un cultivo hidropónico de frutilla bajo sistema NFT (Nutrient Film Technique)	83
Cuadro N° 29	
Ingresos por tratamientos relacionados en kilogramos por hectárea	84
Cuadro N° 30	
Cuadro beneficio costo por tratamiento	84
Cuadro N° 31	
Formulación recomendada	91

ÍNDICE DE IMÁGENES

Pág.

Imagen N° 1

Mayor utilidad, por la forma de trabajo ante el cultivo tradicional 7

Imagen N° 2

Soluciones especiales ya elaboradas para cada cultivo..... 15

Imagen N° 3

Presencia de raíces oscuras, implementación de mangueras
para oxigenar los tubos..... 16

Imagen N°4

Esquema grafico de un sistema NFT (Nutrient Film Technique) 19

Imagen N° 5

Lectores de pH y de la conductividad eléctrica 29

Imagen N° 6

Diagrama morfológico de la frutilla..... 32

Imagen N° 7

Morfología del fruto 34

Imagen N°8

Composición química 35

Imagen N° 9

Se aprecia el ataque de fusarium sp, el controlador y el resultado 45

Imagen N° 10

Ubicación satelital del lugar de trabajo 47

Imagen N° 11

Metodología de la siembra 56

Imagen N° 12

Frutos variedad aromas 66

Imagen N° 13

Brixómetro de laboratorio 67

Imagen N° 14

Medición altura de la planta 69

Imagen N° 15

Floración de las plantas 72

Imagen N° 16

Desarrollo de la etapa de fructificación 75

Imagen N° 17

Tamaño de los frutos 76

