



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES**

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

**“RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE TOMATE *Lycopersicon esculentum*
Mill, HIBRIDO TITAN BAJO EL SISTEMA DE HIDROPONIA
CERRADA, CON TRES CONCENTRACIONES DE NITROGENO Y
POTASIO EN SOLUCION NUTRITIVA”.**

Tesis previa a la obtención del Título de Ingeniero Agropecuario

Autores

**EDISON HOMERO REMACHE LIMAICO
GEOVANA ALEXANDRA PIARPUEZÁN CORAL**

DIRECTOR

Ing. Raúl Barragán

Ibarra – Ecuador

2011

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES**

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

**“RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE TOMATE *Lycopersicon esculentum* Mill,
HIBRIDO TITAN BAJO EL SISTEMA DE HIDROPONIA CERRADA, CON
TRES CONCENTRACIONES DE NITROGENO Y POTASIO EN SOLUCION
NUTRITIVA”.**

**Tesis revisada por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación
como requisito parcial para obtener el Título de:**

INGENIERO AGROPECUARIO

APROBADA:

.....
Ing. RAÚL BARRAGÁN

DIRECTOR

.....
Dra. LUCIA TOROMORENO

ASESORA

.....
Ing. JHENY QUIROZ

ASESOR

.....
Ing. GERMÁN TERÁN

ASESOR

**IBARRA – ECUADOR
2011**

PRESENTACIÓN

La presente obra es el resultado de dos años de investigación teórica y práctica, resumidos para que las futuras generaciones puedan generar cambios a partir de algunas ideas escritas aquí.

Los conceptos, ideas, cuadros, tablas, resultados y más información que se presentan en esta investigación son de exclusiva responsabilidad de sus autores.

Geovana Piarpuezàn

Edison Remache



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO 1			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	100313188-3		
APELLIDOS Y NOMBRES:	REMACHE LIMAICO EDISON HOMERO.		
DIRECCIÓN	CHALTURA CALLE JUAN BOSCO		
EMAIL:	edi1_rmache@yahoo.es		
TELÉFONO FIJO:		TELÉFONO MÓVIL:	082-943-843
DATOS DE CONTACTO 2			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	040151042-5		
APELLIDOS Y NOMBRES:	PIARPUEZAN CORAL GEOVANA ALEXANDRA		
DIRECCIÓN	IBARRA Av. 17 DE JULIO		
EMAIL:	anghelax24@yahoo.es		
TELÉFONO FIJO:		TELÉFONO MÓVIL:	099-330-601

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	“RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE TOMATE <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill, HIBRIDO TITAN BAJO EL SISTEMA DE HIDROPONIA CERRADA, CON TRES CONCENTRACIONES DE NITROGENO Y POTASIO EN SOLUCION NUTRITIVA”
AUTOR:	PIARPUEZAN CORAL GEOVANA ALEXANDRA REMACHE LIMAICO EDISON HOMERO
FECHA:	2011- 27 – 04
PROGRAMA:	☒ PREGRADO ☐ POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERÍA AGROPECUARIA
DIRECTOR:	ING. RAÚL BARRAGÁN

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Nosotros, PIARPUEZAN CORAL GEOVANA ALEXADRA, con cédula de identidad Nro. 040151042-5 y REMACHE LIMAICO EDISON HOMERO con cédula de identidad Nro. 100313188-3; en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con Ley de Educación Superior Artículo 143.

2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 10 días del mes de mayo de 2011

LOS AUTORES:

Geovana Piarpuezan

C.C. 040151042-5

Edison Remache

C.C. 100313188-3:

ACEPTACIÓN:

Esp. Ximena Vallejo

JEFE DE BIBLIOTECA

Facultado por resolución del Honorable Consejo Universitario:



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

Nosotros, PIARPUEZAN CORAL GEOVANA ALEXADRA, con cédula de identidad Nro. 040151042-5 y REMACHE LIMAICO EDISON HOMERO con cédula de identidad Nro. 100313188-3; manifestamos la voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autores de la obra o trabajo de grado denominada “RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE TOMATE *Lycopersicon esculentum* Mill, HIBRIDO TITAN BAJO EL SISTEMA DE HIDROPONIA CERRADA, CON TRES CONCENTRACIONES DE NITROGENO Y POTASIO EN SOLUCION NUTRITIVA”, que ha sido desarrolla para optar por el título de Ingeniero Agropecuario en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En nuestra condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Edison Remache
C.C.: 100313188-3

Geovana Piarpuezàn
C.C.: 040151042-5

Ibarra, a los 10 días del mes de mayo de 2011

AGRADECIMIENTO

Expresamos agradecimientos a todas y cada una de las personas que nos colaboraron y ayudaron para llegar a culminar una etapa más de nuestras vidas de manera particular a:

A Dios por guiar nuestros instintos, darnos la salud, fuerza y voluntad para despertarnos día tras día en búsqueda de la excelencia.

Un agradecimiento muy especial al Ing. Msc. Raúl Barragán Director de Tesis, quien nos ayudo incondicionalmente y brindó todos los conocimientos necesarios para realizar esta investigación.

A la Universidad Técnica del Norte expresamos nuestra gratificación por habernos formado como profesionales.

A nuestros profesores manifestamos las gracias por ser ellos quienes inculcaren en nosotros los conocimientos necesarios para la vida profesional y de manera especial a nuestros asesores: Dra. Lucía Teremoreno, Ing. Jheny Quiroz e Ing. Germán Terán.

A todas las personas, amigos y compañeros que aportaron para el cumplimiento de la presente investigación.

DEDICATORIA

A mis padres Ángel y Blanca María quienes con su cariño, humildad y ejemplo inculcaren en mis valores de responsabilidad, honradez y respeto los cuales me ayudaron a culminar una etapa importante de mi vida.

A Geovana y Sebastián que llegaron a mi vida dándome el amor y la fuerza para juntos superar las adversidades de nuestras vidas.

Edison

A mis padres Humberto y Roció quienes me apoyaron desde el inicio hasta el final de mi carrera brindándome su amor, inculcándome valores de responsabilidad, respeto al prójimo los cuales me ayudaron a terminar esta etapa de mi vida.

A mi hijo Sebastián quien con su cariño me dio fuerzas para seguir adelante en este proyecto de investigación.

A Edison quien me tuvo mucha paciencia durante el trabajo de investigación, gracias a sus consejos y cariño que tiene hacia mí.

Geovana

INDICE GENERAL

Presentación	iii
Autorización de Uso y Publicación	iv
Cesión De Derechos De Autor	vi
Agradecimiento	vii
Dedicatoria	viii
Índice General	ix
Índice De Cuadros	xiii
Índice De Gráficos.	xvi
Índice De Figuras	xvii
Índice De Fotos	xviii

CAPITULO I.

Pagina

1. INTRODUCCION	1
------------------------	----------

CAPITULO II

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1 La planta de tomate *Lycopersicum esculentum* Mill.

2.1.1 Caracteres botánicos.	4
-----------------------------	---

2.1.2 Crecimiento de la planta.	5
---------------------------------	---

2.1.2 Híbrido.	5
----------------	---

2.1.3 Exigencias ambientales del tomate bajo hidroponía.	6
--	---

2.2 Cultivo hidropónico.

2.2.1 Hidroponía	7
------------------	---

2.2.2 Técnica hidropónica NTF

2.2.2.1. Definición	7
---------------------	---

2.2.2.2 Elementos constituyentes de una instalación de NFT	7
--	---

2.2.3. La solución nutritiva en NFT.

2.2.3.1. Definición	8
---------------------	---

2.2.3.2. Funciones de los nutrientes en la planta.	9
2.2.3.3. Requerimientos de macro nutrientes según su fase fenológica.	16
2.2.3.3. Cálculos de la solución nutritiva en ppm (SN).	17
2.2.3.4. Ejemplo de cálculo de solución nutritiva.	18
2.2.3.4. Manejo de la solución nutritiva.	19

CAPITULO III

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. Caracterización del área de estudio	
3.1.1. Ubicación	22
3.1.2. Condiciones climáticas	22
3.2. Materiales y equipos	
3.2.1. Materiales	23
3.2.2. Equipos	23
3.2.3. Instrumento	23
3.2.4. Insumos	23
3.3. Métodos	
3.3.1. Fase vegetativa (hasta los 60 días)	24
3.3.1.1. Factores en estudio.	24
3.3.1.2. Tratamientos	24
3.3.1.3. Diseño experimental.	24
3.3.1.4. Características del experimento	25
3.3.1.5. Análisis estadístico.	25

3.3.1.6. Variables a evaluar.	25
3.3.1.6.1. Altura de planta a los treinta y sesenta días.	25
3.3.1.6.2. Diámetro de la base del tallo.	26
3.3.1.6.3. Días a la floración	26
3.3.2. Fase de fructificación (a partir de los 61 días).	
3.3.2.1. Factores en estudio.	26
3.3.2.2. Tratamientos.	27
3.3.2.3. Diseño experimental.	27
3.3.2.4. Características del experimento	28
3.3.2.5. Análisis estadístico.	28
3.3.2.6. Variables a evaluar.	
3.3.2.6.1. Altura de planta a los noventa días.	29
3.3.2.6.2. Días al inicio de la cosecha.	29
3.3.2.6.2. Rendimiento en peso de frutos de tomate en kg/planta.	29
3.3.2.6.3. Número de frutos de primera categoría.	29
3.3.2.7. Análisis económico.	30
4. MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO	
4.1. Instalación de canales de cultivo y sistema de distribución de la solución nutritiva.	31
4.2. Labores del cultivo	
4.2.1. Germinación	31
4.2.2. Trasplante	32
4.2.3. Tutorado	32
4.2.4. Poda de formación	32

4.2.5. Poda de frutos	32
4.2.6. Despunte	32
4.3. Manejo técnico	
4.3.1. pH.	33
4.3.2. Temperatura.	34

CAPITULO IV

5.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Altura de la planta de tomate a los treinta y sesenta días del trasplante.	35
5.2. Altura de la planta de tomate a los noventa días del trasplante.	37
5.3. Diámetro de la base del tallo y días a la floración.	39
5.4. Días a la cosecha.	42
5.5. Rendimiento de tomate en kg/planta, de cada tratamiento.	45
5.6. Número de frutos de primera calidad.	4
5.7. Análisis económico.	52

CAPITULO V

6. CONCLUSIONES.	54
7. RECOMENDACIONES.	56
8. RESUMEN	57
9. SUMMARY	59
10. BIBLIOGRAFIA.	61
11. ANEXOS.	64
12. ARTICULO CIENTIFICO.	77

INDICE DE CUADROS.	Pag.
Cuadro 1: Concentración en partes por millón (ppm) de nitrógeno.	24
Cuadro 2: Esquema de análisis de varianza (FASE I).	25
Cuadro 3: Concentración en partes por millón (ppm) de NPK.	27
Cuadro 4: Esquema de análisis de varianza (FASE II).	28
Cuadro 5: Clasificación de frutos.	29
Cuadro 6: Datos obtenidos de altura de planta a los treinta y sesenta días.	35
Cuadro 7: Análisis de varianza para altura de planta a los treinta y sesenta días.	35
Cuadro 8: Prueba de Duncan para tratamientos a los treinta días.	36
Cuadro 9: Prueba de Duncan para tratamientos a los sesenta días.	37
Cuadro 10: Datos obtenidos de altura de planta a los noventa días.	37
Cuadro 11: Promedio de interacción N-K a los noventa días.	37
Cuadro 12: Análisis de varianza para altura de planta a los noventa días.	38
Cuadro 13: Prueba de Duncan para los noventa días.	38
Cuadro 14: Datos obtenidos del diámetro de la base del tallo y días a la floración.	39
Cuadro 15: Análisis de varianza para diámetro de la base del tallo y días a la floración.	40
Cuadro 16: Prueba de Duncan para diámetro de la base del tallo.	40
Cuadro 17: Prueba de Duncan para tratamientos días a la floración.	41
Cuadro 18: Datos obtenidos para días a la cosecha.	42
Cuadro 19: Promedio de interacción de N-K para días a la cosecha.	42

Cuadro 20: Análisis de varianza para días a la cosecha.	42
Cuadro 21: Prueba de Duncan para tratamientos días a la cosecha.	43
Cuadro 22: Prueba de Duncan para nitrógeno de días a la cosecha.	43
Cuadro 23: Prueba de Duncan de concentracion de K para días a la cosecha.	44
Cuadro 24: Datos obtenidos para rendimiento de tomate en kg/planta.	45
Cuadro 25: Promedios de interacción de N-K para rendimiento.	45
Cuadro 26: Análisis de varianza para rendimiento de tomate.	46
Cuadro 27: Prueba de Duncan para tratamientos del rendimiento de tomate.	46
Cuadro 28: Prueba de Duncan del rendimiento de tomate.	47
Cuadro 29: Datos obtenidos para el número de frutos de primera categoría.	48
Cuadro 30: Promedio de interacción de N-K para frutos de primera categoría.	49
Cuadro 31: Análisis de varianza para el número de frutos de primera categoría.	49
Cuadro 32: Prueba de Duncan para tratamientos de frutos de primera categoría	50
Cuadro 33: Prueba de Duncan de concentración de N para el número de frutos de primera de categoría.	50
Cuadro 34: Prueba de Duncan de concentración de K para el número de frutos de primera categoría.	51
Cuadro 35: Análisis de costos.	52

Cuadro 36: Concentración de nutrientes en partes por millón de la solución que se tomo como base para los tratamientos.	74
Cuadro 37. Concentración de nutrientes en partes por millón de la solución que se tomo como testigo.	74
Cuadro 38. Fertilizantes que se utilizaron en la preparación de las soluciones nutritivas, para micro elementos.	74
Cuadro 39. Cantidad de fertilizante que se utilizó en la preparación de las soluciones nutritivas en el nivel de nutrición vegetativo.	75
Cuadro 40. Cantidad de fertilizantes que se utilizó en la preparación de las soluciones nutritivas en el nivel de nutrición floración.	75
Cuadro 41. Cantidad de fertilizantes que se utilizó en la preparación de las soluciones nutritivas en el nivel de nutrición fructificación.	76

.

INDICE DE GRAFICOS.	Pag.
Grafico 1: Efecto de la interacción nitrógeno-potasio para altura a los noventa días.	39
Grafico 2: Efecto de la interacción nitrógeno potasio para días a la cosecha.	44
Grafico 3: Efecto de interacción nitrógeno-potasio para rendimiento de tomate.	47
Grafico 4: Efecto de la interaccion nitrogeno-potasio para el número de frutos de primera categoría	51

INDICE DE FIGURAS.	Pag.
Figura 1: Descripción de la unidad experimental.	64
Figura 2: Croquis de campo.	65
Figura 3. Flujo grama del sistema de hidroponía (NTF).	66

INDICE DE FOTOS.	Pag
Foto 1. Cultivo de tomate a los treinta días.	67
Foto 2. Cultivo de tomate a los setenta días.	67
Foto 3. Cultivo de tomate en la fase de fructificación.	68
Foto 4. Racimo de tomate con tres frutos por efecto de la poda de frutos.	68
Foto 5. Frutos de tomate fisiológicamente maduros.	69
Foto 6. Cosecha de frutos de tomate.	69
Foto 7. Racimo de tomate.	70
Foto 8. Sistema radicular del cultivo luego de haber terminado la producción.	70
Foto 9. Soluciones buffer para calibración de potenciómetro.	71
Foto 10. Materiales y equipo utilizado.	71
Foto 11. Toma de datos del diámetro de tallo.	72
Foto 12. Toma de datos de diámetro de frutos para su clasificación.	72
Foto 13. Insecticida biológica para el control de mosca blanca y minadora del tallo.	73
Foto 14. Toma de dato de rendimiento	73