



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA AGRONOMÍA

**DETERMINACIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS HÍDRICOS Y
NUTRICIONALES DE CUATRO VARIEDADES DE FRESA
(*Fragaria x ananassa* Duch) EN SEMIHIDROPONÍA BAJO
CUBIERTA**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA AGRÓNOMA

AUTORA:

JESSICA GABRIELA CACOANGO CUJI

Riobamba – Ecuador

2023



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA AGRONOMÍA

**DETERMINACIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS HÍDRICOS Y
NUTRICIONALES DE CUATRO VARIEDADES DE FRESA
(*Fragaria x ananassa* Duch) EN SEMIHIDROPONÍA BAJO
CUBIERTA**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA AGRÓNOMA

AUTORA: JESSICA GABRIELA CACOANGO CUJI

DIRECTOR: ING. VÍCTOR ALBERTO LINDAO CÓRDOVA, PHD.

Riobamba – Ecuador

2023

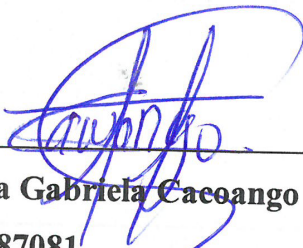
© 2023, Jessica Gabriela Cacoango Cuji

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Jessica Gabriela Cacoango Cuji, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 17 de abril de 2023.



Jessica Gabriela Cacoango Cuji
0650187081

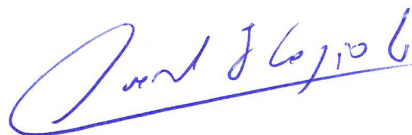
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD RECURSOS NATURALES
CARRERA AGRONOMÍA

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Proyecto de Investigación, **DETERMINACIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS HÍDRICOS Y NUTRICIONALES DE CUATRO VARIEDADES DE FRESA (*Fragaria x ananassa* Duch) EN SEMIHIDROPONÍA BAJO CUBIERTA**, realizado por la señorita: **Jessica Gabriela Cacoango Cuji**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

FIRMA

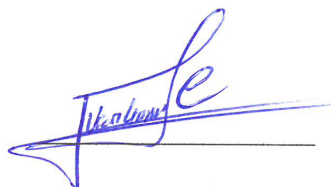
FECHA

Ing. Ing. Carlos Francisco Carpio Coba, MS
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



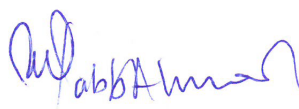
2023-04-17

Ing. Víctor Alberto Lindao Córdova, PhD.
DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR



2023-04-17

Ing. Pablo Israel Álvarez Romero, PhD.
ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR



2023-04-17

DEDICATORIA

Quiero agradecer a Dios por guiarme y permitirme cumplir con este logro tan ansiado, por brindarme sabiduría, salud y conocimiento a lo largo de este camino tan importante. Con gran emoción dedico este trabajo a toda mi familia de forma especial a mi madre María Cuji quien es el mayor pilar e inspiración de mi vida y brindarme su apoyo incondicional, moral y económico. A mis hermanos Carlos, Wilson, Andrés, Ángel, Daniela, Andrea, por brindarme su ayuda y apoyo. A Francisco Inga por ser fuente de inspiración y superación. A Cristian Inga por apoyarme de forma académica y moralmente para no verme derrumbar en los momentos más difíciles. A Zoila Aguagallo, Juan y Fernando Inga por apoyarme en el transcurso de mi vida universitaria

Jessica

AGRADECIMIENTO

Un sincero agradecimiento al personal técnico del Centro Experimental Del Riego, de forma especial al Ing. Juan León PhD., al Ing. Víctor Lindao al Ing. Franklin Arcos por el tiempo y conocimientos brindados a lo largo de esta investigación, de igual forma a Pedro, David, Iván, Elías, María y David, personal de apoyo de la Facultad de Recursos Naturales. A la empresa privada Bioproducción Agrícola Llahuen, Ecuagroimport, SQM, Koppert, Casa del Riego, por la confianza deposita en mi persona para el desarrollo de la presente investigación. Un sincero agradecimiento a la Fundación Rescate Ecuador de forma especial al Ingeniero Marco Chacaguasay por el apoyo brindado.

Jessica

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	xv
ÍNDICE DE ANEXOS	xvi
RESUMEN	xviii
ABSTRACT.....	xix
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1.	IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	2
1.1.	Planteamiento del problema	2
1.2.	Justificación	2
1.3.	Objetivos	3
1.3.1.	<i>Objetivo general</i>	3
1.3.2.	<i>Objetivos específicos</i>	3
1.4.	Hipótesis	3
1.4.1.	<i>Hipótesis nula</i>	3
1.4.2.	<i>Hipótesis alterna</i>	3

CAPÍTULO II

2.	MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	4
2.1.	Semihidroponía.....	4
2.1.1.	<i>Sustrato</i>	4
2.1.1.1.	<i>Tipos de sustratos</i>	4
2.1.2.	<i>Sistemas constructivos semihidropónicos</i>	5
2.1.2.1.	<i>Canal abierto</i>	5
2.1.2.2.	<i>Mangas</i>	5
2.2.	Requerimientos hídricos	6
2.2.1.	<i>Lamina de riego</i>	6
2.2.1.1.	<i>Lamina neta de riego (Ln)</i>	6
2.2.1.2.	<i>Lamina bruta</i>	6
2.2.1.3.	<i>Volumen de riego</i>	7

2.2.1.4.	<i>Tiempo de riego</i>	7
2.2.1.5.	<i>Frecuencia de riego</i>	7
2.2.2.	<i>Determinación del agua útil para el riego</i>	8
2.2.3.	<i>Capacidad de campo (CC)</i>	8
2.2.4.	<i>Punto de Marchitez Permanente (PMP)</i>	8
2.2.5.	<i>Riego por goteo</i>	9
2.2.6.	<i>Coefficiente de cultivo (Kc)</i>	9
2.2.7.	<i>Evapotranspiración del cultivo</i>	9
2.2.8.	<i>Evapotranspiración de referencia</i>	10
2.3.	Requerimientos nutricionales	10
2.3.1.	<i>Fertirriego</i>	10
2.3.2.	<i>Solución nutritiva</i>	10
2.3.2.1.	<i>Parámetros de control de la solución nutritiva</i>	11
2.3.3.	<i>Calidad del agua</i>	13
2.3.4.	<i>Recomendaciones de fertilización en fresa</i>	14
2.4.	Análisis foliar	15
2.4.1.	<i>Absorción mineral de la fresa</i>	15
2.4.1.1.	<i>Nitrógeno</i>	15
2.4.1.2.	<i>Fósforo</i>	15
2.4.1.3.	<i>Potasio</i>	15
2.4.1.4.	<i>Calcio</i>	15
2.4.1.5.	<i>Magnesio</i>	16
2.4.1.6.	<i>Azufre</i>	16
2.4.1.7.	<i>Hierro</i>	16
2.4.1.8.	<i>Boro</i>	16
2.5.	Cultivo de fresa	16
2.5.1.	<i>Clasificación taxonómica de la fresa</i>	17
2.5.2.	<i>Fisiología del cultivo de fresa</i>	17
2.5.3.	<i>Variedades</i>	17
2.5.3.1.	<i>Variedad Albión</i>	17
2.5.3.2.	<i>Variedad San Andreas</i>	17
2.5.3.3.	<i>Variedad Monterey</i>	18
2.5.3.4.	<i>Variedad Cabrillo</i>	18

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	19
3.1.	Características del lugar	19
3.1.1.	<i>Localización</i>	19
3.1.2.	<i>Ubicación geográfica</i>	19
3.1.3.	<i>Condiciones climáticas</i>	19
3.1.4.	<i>Condiciones edafológicas</i>	19
3.2.	Materiales y equipos	19
3.2.1.	<i>Material experimental</i>	19
3.2.2.	<i>Material de campo</i>	20
3.2.3.	<i>Material de oficina</i>	20
3.2.4.	<i>Material de laboratorio</i>	20
3.3.	Metodología	20
3.3.1.	<i>Diseño experimental</i>	20
3.3.2.	<i>Factores en estudio</i>	20
3.3.3.	<i>Tratamientos en estudio</i>	20
3.3.3.1.	<i>Factor A (Variedades)</i>	20
3.3.3.2.	<i>Factor B (sistemas constructivos semihidropónicos)</i>	21
3.3.4.	<i>Especificaciones del campo experimental</i>	21
3.3.5.	<i>Esquema de análisis de varianza</i>	21
3.3.6.	<i>Análisis funcional</i>	22
3.4.	Métodos de evaluación y datos registrados	22
3.4.1.	<i>Condiciones climáticas</i>	22
3.4.2.	<i>Determinación de los requerimientos hídricos para las cuatro variedades de fresa ..</i>	22
3.4.2.1.	<i>Evapotranspiración del cultivo de referencia (ET_o)</i>	23
3.4.2.2.	<i>Coeficiente del cultivo (K_c)</i>	24
3.4.2.3.	<i>Evapotranspiración del cultivo (ET_c)</i>	25
3.4.2.4.	<i>Lámina bruta (L_b)</i>	25
3.4.2.5.	<i>Volumen de riego</i>	25
3.4.2.6.	<i>Volumen de agua por planta</i>	26
3.4.3.	<i>Determinación de los requerimientos nutricionales de las cuatro variedades de fresa</i>	26
3.4.3.1.	<i>Ajuste de la solución nutritiva</i>	27
3.4.3.2.	<i>Calculo para preparar la solución madre</i>	27

3.4.3.3.	<i>Procedimiento para calcular los fertilizantes</i>	28
3.4.4.	<i>Determinación de una programación de riego y nutrición para las cuatro variedades de fresa</i>	28
3.4.5.	<i>Porcentaje de prendimiento</i>	28
3.4.6.	<i>Altura de la planta</i>	29
3.4.7.	<i>Días a la floración</i>	29
3.4.8.	<i>Rendimiento por categoría de fruta</i>	29
3.4.9.	<i>Rendimiento total</i>	29
3.4.10.	<i>Contenido de sólidos solubles</i>	30
3.4.11.	<i>Potencial hídrico</i>	30
3.4.12.	<i>Apertura estomática</i>	30
3.4.13.	<i>Análisis económico</i>	31
3.5.	Manejo del ensayo	31
3.5.1.	<i>Labores pre culturales</i>	31
3.5.1.1.	<i>Adecuación de la infraestructura</i>	31
3.5.1.2.	<i>Preparación de sustrato</i>	31
3.5.1.3.	<i>Hidratación del sustrato</i>	31
3.5.2.	<i>Labores culturales</i>	31
3.5.2.1.	<i>Trasplante</i>	31
3.5.2.2.	<i>Distribución de los tratamientos</i>	31
3.5.2.3.	<i>Riego</i>	32
3.5.2.4.	<i>Fertilización</i>	33
3.5.2.5.	<i>Control de plagas y enfermedades</i>	33

CAPÍTULO IV

4.	MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	35
4.1.	Condiciones climáticas	35
4.1.1.	<i>Temperatura y humedad relativa en el invernadero</i>	35
4.2.	Determinación de los requerimientos hídricos de las cuatro variedades	36
4.3.	Identificación y duración de los estados fenológicos de las cuatro variedades de fresa	37
4.3.1.	<i>Determinación del Coeficiente de cultivo para las cuatro variedades</i>	39
4.3.1.1.	<i>Coeficiente de cultivo (Kc) para la variedad Monterey</i>	39
4.3.1.2.	<i>Coeficiente del cultivo (Kc) para la variedad Albión</i>	40
4.3.1.3.	<i>Coeficiente del cultivo (Kc) para la variedad San Andreas</i>	41

4.3.1.4.	<i>Coefficiente del cultivo (Kc) para la variedad Cabrillo</i>	42
4.3.2.	Programación de riego	42
4.3.2.1.	<i>Programación de riego para la variedad Monterey bajo cubierta</i>	43
4.3.2.2.	<i>Programación de riego para la variedad Albión bajo cubierta</i>	43
4.3.2.3.	<i>Programación de riego para la variedad San Andreas bajo cubierta</i>	44
4.3.2.4.	<i>Programación de riego para la variedad Cabrillo bajo cubierta</i>	44
4.4.	Requerimientos nutricionales para las cuatro variedades de fresa	45
3.2.1.	<i>Requerimientos nutricionales: etapa de prendimiento y desarrollo vegetativo</i>	45
3.2.2.	<i>Requerimientos nutricionales: etapa de floración y fructificación</i>	46
4.5.	Programación de riego y nutrición para las cuatro variedades de fresa	47
4.6.	VARIABLES Y MÉTODOS DE EVALUACIÓN	49
4.6.1.	<i>Porcentaje de prendimiento</i>	49
4.6.2.	<i>Altura de la planta</i>	50
4.6.2.1.	<i>Altura de planta a los 30 días después del trasplante (ddt)</i>	50
4.6.2.2.	<i>Altura de la planta a los 60 días después del trasplante (ddt)</i>	51
4.6.2.3.	<i>Altura de la planta a los 90 días después del trasplante (ddt)</i>	52
4.6.3.	<i>Días a la floración</i>	54
4.6.3.1.	<i>Días a la primera floración</i>	54
4.6.3.2.	<i>Días a la segunda floración</i>	56
4.6.4.	Rendimiento de fruta por categoría	57
4.6.4.1.	<i>Rendimiento de fruta: primera categoría</i>	57
4.6.4.2.	<i>Rendimiento de fruta: segunda categoría</i>	60
4.6.4.3.	<i>Rendimiento de fruta: tercera categoría</i>	62
4.6.4.4.	<i>Rendimiento de fruta: cuarta categoría</i>	64
4.6.5.	Rendimiento total (Tn/ha⁻¹)	65
4.6.6.	Contenido de sólidos solubles	68
4.6.7.	Potencial hídrico	69
4.6.8.	Apertura estomática	70
4.7.	Análisis económico	70

CAPÍTULO V

5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	72
5.1.	Conclusiones	72
5.2.	Recomendaciones	74

BIBLIOGRAFÍA
ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Nutriente recomendados para una solución nutritiva en ppm.....	11
Tabla 2-1:	Parámetros de calidad del agua de riego de uso agrícola	14
Tabla 3-1:	Recomendación de fertilización para el cultivo de fresa	14
Tabla 4-1:	Clasificación taxonómica de la fresa.....	17
Tabla 1-2:	Tratamientos en estudio	21
Tabla 2-2:	Especificación del campo	21
Tabla 3-2:	Esquema de análisis de varianza	22
Tabla 4-2:	Coeficientes del tanque evaporímetro (Kp) para el tanque clase A	23
Tabla 5-2:	Descripción de las etapas fenológicas del cultivo de fresa	24
Tabla 6-2:	Ciclo del cultivo de fresa	24
Tabla 7-2:	Solución madre para el cultivo de fresa en semihidroponía	27
Tabla 8-2:	Tabla arbitraria de fresa de acuerdo del mercado.....	29
Tabla 9-2:	Descripción de las etapas fenológicas	32
Tabla 1-3:	Análisis de varianza para la temperatura interna de los tratamientos	36
Tabla 2-3:	Prueba de Tukey al 5% para la temperatura interna en las variedades.	36
Tabla 3-3:	Programación de riego para la variedad Monterey bajo cubierta	43
Tabla 4-3:	Programación de riego para la variedad Albión bajo cubierta.....	43
Tabla 5-3:	Programación de riego para la variedad San Andreas bajo cubierta.....	44
Tabla 6-3:	Programación de riego para la variedad Cabrillo bajo cubierta.....	44
Tabla 7-3:	Requerimientos nutricionales para la etapa de prendimiento y desarrollo del cultivo	45
Tabla 8-3:	Requerimientos nutricionales para la etapa de floración y fructificación	46
Tabla 9-3:	Programación de riego para las cuatro variedades de fresa	47
Tabla 10-3:	Programación de nutrición para las cuatro variedades de fresa	48
Tabla 11-3:	Análisis de varianza del porcentaje de prendimiento a los 15 ddt.....	49
Tabla 12-3:	Análisis de varianza para la altura de planta a los 30 ddt.....	50
Tabla 13-3:	Prueba de Tukey al 5% para la altura a los 30 ddt	50
Tabla 14-3:	Análisis de varianza para la altura de la planta a los 60 ddt	51
Tabla 15-3:	Prueba de Tukey al 5% para la altura de planta a los 60 ddt	52
Tabla 16-4:	Análisis de varianza para la altura de la planta a los 90 ddt	53
Tabla 17-3:	Prueba de Tukey al 5% para la altura de la planta a los 90 ddt	53
Tabla 18-3:	Análisis de varianza para los días a la primera floración	55
Tabla 19-3:	Prueba de Tukey al 5% para los días a la primera floración.....	55

Tabla 20-3:	Análisis de varianza para días a la segunda floración	56
Tabla 21-3:	Prueba de Tukey al 5% para días a la segunda floración.....	56
Tabla 22-3:	Análisis de varianza para el rendimiento de fruta de primera categoría	58
Tabla 23-3:	Prueba de Tukey al 5% para el rendimiento de fruta de primera categoría	58
Tabla 24-3:	Prueba de Tukey al 5% para el rendimiento de fruta de primera categoría de acuerdo con el sistema semihidropónico	59
Tabla 25-3:	Análisis de varianza para el rendimiento de fruta de segunda categoría	60
Tabla 26-3:	Prueba de Tukey al 5% para el rendimiento de fruta de segunda categoría	60
Tabla 27-3:	Prueba de Tukey al 5% para el rendimiento de fruta de segunda categoría.....	61
Tabla 28-3:	Análisis de varianza para el rendimiento de fruta de tercera categoría.....	62
Tabla 29-3:	Prueba de Tukey al 5% para el rendimiento de fruta de tercera categoría	63
Tabla 30-3:	Análisis de varianza para el rendimiento de fruta de cuarta categoría.....	64
Tabla 31-3:	Prueba de Tukey al 5% para fruta de categoría cuarta	64
Tabla 32-3:	Análisis de varianza para rendimiento total	65
Tabla 33-3:	Prueba de Tukey al 5% para rendimiento total en variedades	65
Tabla 34-3:	Prueba de Tukey al 5% para rendimiento total entre sistemas semihidropónicos	67
Tabla 35-3:	Análisis de varianza del contenido de sólidos solubles	68
Tabla 36-3:	Prueba de Tukey al 5%, para el contenido de sólidos solubles.....	68
Tabla 37-3:	Análisis de varianza del potencial hídrico.....	69
Tabla 38-3:	Análisis de varianza para apertura estomática.....	70
Tabla 39-3:	Análisis económico mediante la relación beneficio/costo	70
Tabla 40-3:	Análisis económico mediante la relación beneficio/costo	71

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1-2:	Compatibilidad química para mezclar fertilizantes en seco y estanque.....	13
Ilustración 1-3:	Grado de madurez de la fresa a través de los colores	34
Ilustración 1-4:	Temperatura y humedad relativa dentro del invernadero	35
Ilustración 2-4:	Duración de las etapas fenológicas de las cuatro variedades de fresa en estudio	37
Ilustración 3-4:	Coeficiente de cultivo (Kc) para la variedad Monterrey	39
Ilustración 4-4:	Coeficiente de cultivo (Kc) para la variedad Albión.....	40
Ilustración 5-4:	Coeficiente de cultivo (Kc) para la variedad San Andreas	41
Ilustración 6-4:	Coeficiente de cultivo (Kc) para la variedad Cabrillo	42
Ilustración 7-4:	Altura de la planta en centímetros (cm) a los 30 ddt.....	51
Ilustración 8-4:	Altura de la planta en centímetros (cm) a los 60 ddt.....	52
Ilustración 9-4:	Altura de la planta en centímetros (cm) a los 90 ddt.....	53
Ilustración 10-4:	Altura de la planta en centímetros (cm) a los 30, 60 y 90 ddt	54
Ilustración 11-4:	Días a la primera floración.....	55
Ilustración 12-4:	Días a la segunda floración	57
Ilustración 13-4:	Rendimiento de fruta de primera categoría de acuerdo con las variedades	58
Ilustración 14-4:	Rendimiento de fruta de primera categoría de acuerdo con las variedades	59
Ilustración 15-4:	Rendimiento de fruta de segunda categoría de acuerdo con las variedades	61
Ilustración 16-4:	Rendimiento de fruta de segunda categoría de acuerdo con los sistemas semihidropónicos.....	62
Ilustración 17-4:	Rendimiento de fruta de tercera categoría de acuerdo con las variedades..	63
Ilustración 18-4:	Rendimiento de fruta de categoría cuarta de acuerdo con las variedades...	64
Ilustración 19-4:	Rendimiento total de las variedades.....	66
Ilustración 20-4:	Rendimiento total de acuerdo con los sistemas semihidropónicos	67
Ilustración 21-4:	Contenidos de sólidos solubles	68

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** UBICACIÓN DEL ENSAYO EN EL CENTRO EXPERIMENTAL TUNSHI
- ANEXO B:** REGISTRO DIARIO EVAPORACIÓN
- ANEXO C:** ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA VARIEDAD MONTEREY EN CANAL ABIERTO (T1)
- ANEXO D:** ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA VARIEDAD MONTEREY EN MANGAS (T2)
- ANEXO E:** ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA VARIEDAD ALBIÓN EN CANAL ABIERTO (T3)
- ANEXO F:** ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA VARIEDAD ALBIÓN EN MANGAS (T4)
- ANEXO G:** ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA VARIEDAD SAN ANDREAS EN CANAL ABIERTO (T5)
- ANEXO H:** ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA VARIEDAD SAN ANDREAS EN MANGAS (T6)
- ANEXO I:** ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA VARIEDAD CABRILLO EN CANAL ABIERTO (T7)
- ANEXO J:** ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA VARIEDAD CABRILLO EN MANGAS (T8)
- ANEXO K:** RESULTADO DEL ANÁLISIS DE AGUA
- ANEXO L:** RESULTADO DEL ANÁLISIS FOLIAR PARA LA FASE DE DESARROLLO
- ANEXO M:** RESULTADO DEL ANÁLISIS FOLIAR PARA LA FASE DE FLORACIÓN Y FRUCTIFICACIÓN
- ANEXO N:** RANGOS DE SUFICIENCIA DE NUTRIENTES PARA EL CULTIVO
- ANEXO O:** CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES
- ANEXO P:** ADECUACIÓN DEL ENSAYO
- ANEXO Q:** PREPARACIÓN DE SUSTRATO Y LLENADO DE CANALES ABIERTOS
- ANEXO R:** TRASPLANTE
- ANEXO S:** PREPARACIÓN DE SOLUCIÓN NUTRITIVA
- ANEXO T:** REGISTRO DE TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA EN EL INVERNADERO Y TEMPERATURA DEL SUSTRATO
- ANEXO U:** REGISTRO DIARIO DE LA TEMPERATURA INTERNA DE LOS TRATAMIENTOS EN ESTUDIO
- ANEXO V:** CALIBRACIÓN DE LOS SENSORES DE HUMEDAD
- ANEXO W:** INSTALACIÓN DE TRAMPAS MONOCROMÁTICAS

- ANEXO X:** RECOLECCIÓN DE PLANTAS POR TRATAMIENTO PARA EL ANÁLISIS FOLIAR
- ANEXO Y:** COSECHA Y CLASIFICACIÓN DE LA FRUTA POR CATEGORÍA
- ANEXO Z:** LECTURA Y REGISTRO DE DATOS BIOMÉTRICOS

RESUMEN

El presente proyecto de investigación tuvo la finalidad de determinar los requerimientos hídricos y nutricionales de cuatro variedades de *Fragaria x ananassa* Duch (fresa) en semihidroponía bajo cubierta. Para esto se llevó a cabo un diseño de bloques completos al azar bifactorial, 4x2 con cuatro repeticiones, en el que el factor A consistió de las variedades de fresa Monterrey, Albión, San Andreas y Cabrillo, mientras que el factor B fueron dos sistemas de construcción semihidropónicos de tipo canal abierto y por mangas, usando como sustrato una mezcla de cascarilla de arroz (50%), corteza de pino (35%) y fibra de coco (15%); a los tratamientos en estudio se tomaron datos para determinar los coeficientes de cultivo, además de las etapas fenológicas y sus requerimientos hídricos, también se determinó el porcentaje de prendimiento, las diferencias en altura de las plantas, los días que demoraron a llegar a floración, los requerimientos por categoría de fruta, el rendimiento total, el contenido de sólidos solubles, el potencial hídrico y la apertura estomática, estos resultados fueron sometidos a un análisis de varianza y prueba de Tukey al 5 % para determinar si existieron diferencias estadísticamente significantes entre los tratamientos; adicionalmente se realizó un análisis económico mediante la relación de costos y beneficios. No existieron notorias diferencias entre los coeficientes de cultivo de las variedades, los requerimientos hídricos fueron superiores a los 5500 m³/Ha, las variedades San Andreas y Monterey presentaron mayores alturas de planta, las variedades Cabrillo y Albión presentaron mayor rendimiento total con valores alrededor de 65 Tn/Ha; la variedad Albión en canal abierto alcanzó la mejor relación beneficio/costo de 1.49. Se concluyó que existieron diferencias significativas en el rendimiento total de los frutos de las variedades Cabrillo y Albión, se recomienda evaluar el rendimiento de la variedad Albión durante todo su ciclo de cultivo.

Palabras clave: <ANÁLISIS FOLIAR>, <REQUERIMIENTOS HÍDRICOS>, <REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES >, <FRESA (*Fragaria x ananassa* Duch)>, <SEMIHIDROPONÍA BAJO CUBIERTA>.



D.B.R.A.I.
Ing. Cristian Castillo


0796-DBRA-UPT-2023

ABSTRACT

ABSTRACT

This present investigation aims to determine the water and nutritional requirements of four varieties of *Fragaria x ananassa* Duch (strawberry) in semi-hydroponics under cover. A 4x2 bifactorial randomized complete block design with four replications was used, factor A consisted of the strawberry varieties Monterrey, Albion, San Andreas and Cabrillo, factor B consisted of two semi-hydroponic construction systems of open channel and sleeve type, using as substrate a mixture of rice husk (50%), pine bark (35%) and coconut fiber (15%); data were taken from the treatments under study to determine the crop coefficients, The treatments under study were also analyzed to determine crop coefficients, as well as phenological stages and water requirements. the differences in plant height, days to flowering, requirements by fruit category, yield and water requirements, and the requirements by fruit category, total yield, soluble solids content, water potential, and stomatal aperture and stomatal aperture, these results were subjected to an analysis of variance and Tukey's test at 5% to determine if there were statistically significant differences between treatments; In addition, an economic analysis was carried out by means of a cost-benefit analysis. There were no significant differences between the crop coefficients of the varieties, the water requirements were higher than 5500 m³ of water per hectare. The San Andreas and Monterey varieties had greater plant heights, the Cabrillo and Albi3n varieties had higher total yields with values of around 65 Tn/Ha; The Albi3n variety in open channel achieved the best benefit/cost ratio of 1.49. It was concluded that there were significant differences in the total fruit yield of the Cabrillo and Albi3n varieties, it is recommended to evaluate the yield of the Albi3n variety during its entire crop cycle.

Key words: <FOLIAR ANALYSIS>, <HYDRICAL REQUIREMENTS>, <NUTRITIONAL REQUIREMENTS>, <STRAWBERRY(*Fragaria x ananassa* Duch)>, <SEMI-HYDROPONIC UNDER COVER >.



Esthela Isabel Colcha Guashpa
0603020678

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con Tonelli (2010, p. 2), el origen del cultivo es Chile, pero el tipo de fresa que se consume hoy en día es un híbrido entre la chilena "*Fragaria chiloensis*" y la canadiense "*Fragaria virginiana*", creando "*Fragaria x ananassa*".

ZipMec (2017, párr. 1) la producción de fresa en el año 2017 registró un récord mundial con alrededor de 2.5 millones de toneladas, siendo los mayores productores de fresa los países como: Estados Unidos con más del 27.1% de producción mundial, seguido España, Polonia, Japón, Italia, Rusia y Corea. Aunque la fresa es cultivada principalmente en el suelo (Intagri, 2015, párr. 2), esta actividad es más difícil de llevarla a cabo ya que existen restricciones de aplicaciones de ciertos pesticidas, los mismos que son necesarios para el control de plagas y enfermedades, provocando una elevada preocupación del sector agrícola por la caída de los niveles de rendimiento, sin embargo países como Estados Unidos y España han enfocado sus esfuerzos en buscar alternativas de producción como es el uso de sustratos orgánicos.

En Ecuador de acuerdo con Anrango (2015, p. 2), durante los últimos cuatro años se ha visto un incremento en la superficie del cultivo de fresa, con una productividad de 20 Tn/ha⁻¹, encontrándose en un aumento constante, concentrándose la mayor parte de la producción en las provincias de Pichincha (400 hectáreas) y Tungurahua (240 hectáreas) cultivadas, mientras que en otras provincias como Chimborazo, Cotopaxi, Imbabura y Azuay, la superficie cultivada supera las 40 hectáreas (El Comercio, 2011, párr. 1-3). Mientras tanto el cultivo en sustrato en el país no ha tenido mayor desarrollo pudiendo ser la falta de información acerca de las necesidades hídricas y nutricionales del cultivo. Lo que provoca que los productores en muchas ocasiones desistan de implementar estos sistemas, es por ello por lo que esta investigación busca dar un panorama más claro y preciso de las necesidades que tiene este cultivo.

CAPÍTULO I

1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

La producción de fresa en semihidroponía bajo cubierta es una técnica que ha cobrado importancia en los últimos años debido a su potencial para mejorar la calidad y el rendimiento de los cultivos, así como para reducir el impacto ambiental. Sin embargo, aún se requiere de investigaciones que permitan determinar los requerimientos hídricos y nutricionales de diferentes variedades de fresa bajo esta técnica en función de las condiciones ambientales y los nutrientes utilizados en el sustrato.

A pesar de la importancia de esta técnica, la falta de información específica sobre los requerimientos hídricos y nutricionales de diferentes variedades de fresa en semihidroponía bajo cubierta puede limitar la optimización de los sistemas de producción, lo que se traduce en pérdidas económicas y ambientales. Por lo tanto, resulta esencial determinar estos requerimientos en función de las características de las variedades utilizadas y las condiciones ambientales, con el fin de asegurar una producción sostenible y rentable de fresas de alta calidad.

1.2. Justificación

El cultivo mundial de fresas ha aumentado de 150,000 hectáreas en la década de 1970 a 400,000 hectáreas en la actualidad, con una producción de 9 millones de toneladas en 2021, según datos de la FAO. China es el líder mundial en producción, seguido por Estados Unidos y México. El 70% de la producción se destina al mercado en fresco, mientras que el 30% restante se industrializa, principalmente en congelado. Aproximadamente el 75% de la producción se comercializa internamente en cada país productor, y el 25% se exporta en estado fresco o congelado (Portalfruticola, 2023, párr. 1-4).

En este sentido, los resultados de la presente investigación contribuirán al conocimiento de los requerimientos hídricos y nutricionales de cuatro variedades de fresa en semihidroponía bajo cubierta, lo que permitirá mejorar la eficiencia en el uso de agua y nutrientes, reducir el impacto ambiental y aumentar la calidad y el rendimiento de los cultivos

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar los requerimientos hídricos y nutricionales de cuatro variedades de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch) en semihidroponía.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar los requerimientos hídricos en cada una de las fases para las cuatro variedades de fresa.
- Determinar los requerimientos nutricionales para cada fase fenológica de las cuatro variedades de fresa.
- Definir una programación de riego y nutrición para el cultivo de fresa semihidropónica
- Realizar el análisis económico de los tratamientos.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis nula

Existen diferencias entre los requerimientos hídricos y nutricionales entre las cuatro variedades de fresa.

1.4.2. Hipótesis alterna

No existe diferencias entre los requerimientos hídricos y nutricionales entre las cuatro variedades de fresa.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

2.1. Semihidroponía

De acuerdo con Beltrano y Gimenez (2015, p. 18) las raíces de la planta crecen en un medio inerte (sustrato), el mismo que tiene la capacidad de retener humedad y proveer de un excelente intercambio gaseoso. El sustrato puede ser de maritales como: perlita, vermiculita, arena, musgo, cascarilla de arroz, fibra de coco, etc.

Dentro de la agricultura urbana, el cultivo en sustrato o semihidropónico es uno de los más practicados y que mejores resultados tiene, este método permite a las plantas tener acceso a todos los nutrientes necesarios, semihidroponía es la combinación de lo mejor de la técnica de cultivar en suelo con lo mejor de la hidroponía (Resh, 1998; citado en Rea, 2012, pp. 17-54).

2.1.1. *Sustrato*

De acuerdo con Calderón (2010; citado en Rea, 2012, pp. 17-54), un sustrato sirve como sistema de soporte en un ambiente inactivo, cumpliendo estas tareas: asegurar y mantener las raíces, protegiéndolas de la luz y promoviendo una aireación adecuada, reteniendo el agua y los nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas.

2.1.1.1. *Tipos de sustratos*

- Cascarilla de arroz

De acuerdo con Hydro Environment (2006, párr. 2-3), la cascarilla de arroz es muy liviana y su capacidad de retención de humedad es baja por lo que se combina usualmente con grava, aumentando su capacidad de retención de humedad en un 40%, ya mezclado. La principal función de esta mezcla es favorecer la oxigenación del sustrato.

Es un sustrato de origen biológico, dado su alto contenido de silicio posee una baja tasa de descomposición. Es un sustrato liviano, de buen drenaje y buena aireación, sin embargo, presenta un problema el cual es su humedecimiento inicial y además presenta problemas para conservar la

humedad homogéneamente cuando se trabaja como sustrato único (Velásquez, 1994; citado en Telenchana, 2018, p. 10).

- Fibra de coco

Según Hydro Environment (2006, párr. 2-3), para el cultivo de fresas la fibra de coco como sustrato es el ideal ya que de acuerdo con su composición posee fibras gruesas en un 85% y 15% polvillo, el tamaño de sus partículas va de los 20 a 60 milímetros, permitiendo un excelente drenaje y una muy buena aireación, el efecto buffer o tapón que posee este sustrato ayuda a no tener variaciones en el pH, consiguiendo un adecuado manejo de la nutrición y riego.

- Corteza de pino

La corteza de pino proviene de la industria maderera, su capacidad de retención de agua es baja pero la aireación es elevada. Suelen ser materiales heterogéneos, es ligeramente ácida. Se usa en mezclas en proporciones de 20 a 40 % (peso). Es un material de características variables debido a su origen y se puede usar directamente o después de someterlo a un proceso de compostaje de maduración para mejorar sus propiedades y, sobre todo, para convertirlo en un material más estable (Giménez, 2020, pp. 13-20).

2.1.2. *Sistemas constructivos semihidropónicos*

2.1.2.1. *Canal abierto*

Puede ser cajones de madera o plástico siempre y cuando estos materiales se encuentren elevados a cierta distancia del suelo, en el cual se coloca el sustrato donde se va a establecer el cultivo, el ancho y largo del canal se debe adaptar al espacio disponible y a la altura de la persona que va a trabajar en el cultivo (Soto, 2015, pp. 23-46).

2.1.2.2. *Mangas*

Algunos cultivos en este sistema han demostrado un buen comportamiento entre ellos la fresa, el cebollín y perejil, se pueden utilizar diferentes materiales, como por ejemplo tubo PVC o bambú, también se puede utilizar recipientes desechables como llantas en mal estado, botellas, cubetas plásticas o inclusive galones (Soto, 2015, pp. 23-46).

2.2. Requerimientos hídricos

Beltrano y Gimenez (2015, p. 34) menciona que el agua es el componente mayoritario de las plantas, según el tejido, el agua puede representar entre un 60 y 90% del peso fresco. En plantas cumple funciones como; sostén, crecimiento de las células, facilita el enfriamiento de las hojas, es el vehículo para el traslado de nutrientes por la xilema y de foto asimilados por el floema y principalmente es el medio en el que se desarrollan todas las reacciones químicas.

2.2.1. *Lamina de riego*

El término lamina de riego, o "agua necesaria", se refiere a la cantidad de agua que debe suministrarse al suelo para satisfacer las demandas del cultivo. Esta cantidad está influenciada por factores como la capacidad de retención de agua del suelo, la densidad y la profundidad de las raíces del cultivo (Gulatti, 2016, pp. 102-109).

2.2.1.1. *Lamina neta de riego (Ln)*

La lámina neta de riego es la cantidad de agua que se aplica durante un riego y que es efectivamente utilizada por las raíces de la planta, descontando la cantidad de agua que se evapora o se escurre. Esta cantidad se utiliza para calcular la eficiencia de un sistema de riego. La fórmula de cálculo es la siguiente (León, 2012; citado en León, 2018, pp. 25-28):

$$Ln = UR(\%) * AU$$

Dónde:

UR= Umbral de riego (50%),

AU= agua útil o lámina total de agua, disponible para las plantas, en raíces (mm).

Es importante tener en cuenta que el umbral está influenciado principalmente por la sensibilidad del cultivo a la escasez de agua en el suelo, así como por factores climáticos y económicos.

2.2.1.2. *Lamina bruta*

Es expresada en dm o cm, es la cantidad de agua necesaria para reponer el agua consumida por el cultivo (Rondan, 2016; citado en Marín, 2021, pp. 28-30). Se determina en base a la fórmula (León, 2012; citado en León, 2018, pp. 25-28):

$$Lb = \frac{Etc * FR}{Ef}$$

Dónde:

Lb = Agua total aplicada (mm)

FR = Frecuencia de riego (días)

ETc = Evapotranspiración del cultivo (mm/día)

Ef = Eficiencia de riego (como fracción)

2.2.1.3. Volumen de riego

El volumen de riego que se necesita aplicar al cultivo se determina con la siguiente fórmula (León, 2012; citado en León, 2018, pp. 25-28):

$$V = Lb * \text{Área}$$

Donde:

V= Volumen de riego a aplicar (litros)

Lb= Lámina bruta de riego (mm)

Área= Área cultivada (m²)

2.2.1.4. Tiempo de riego

El tiempo de riego se determina de acuerdo con la siguiente fórmula (León, 2012; citado en León, 2018, pp. 25-28):

$$Tr = Vr / Q$$

T= Tiempo de riego (horas)

Vr= Volumen de riego (Litros)

Q= caudal (L/hora/gotero)

2.2.1.5. Frecuencia de riego

Calculada la lámina de agua que puede retener el suelo y definido el umbral de riego según el cultivo, se puede calcular la frecuencia de riego de acuerdo con la siguiente fórmula (León, 2008; citado en Yumbo, 2019, pp. 24-27):

$$FR \max = \frac{Ln}{Etc}$$

Dónde:

FR max= Frecuencia de riego máxima (días)

Ln= Lamina neta de riego (mm)

ETc= Evapotranspiración de cultivo (mm/día)

2.2.2. Determinación del agua útil para el riego

Es considerada como el agua utilizable o extraíble por el sistema radicular de los cultivos, es una fracción del agua del suelo que puede perderse por evapotranspiración (Tecnoriegovalley, 2019, pp. 1-8). Se determina en base a la fórmula (León, 2008; citado en Yumbo, 2019, pp. 24-27):

$$AU = (CC - PMP) * Da * Z$$

Dónde:

AU = Agua utilizable o cantidad total de agua accesible a las plantas en la zona radicular (mm)

Z = Profundidad de la zona radicular (mm)

CC = Contenido de humedad del suelo a capacidad de campo (m³/m³)

PMP = Contenido de humedad del suelo a punto de marchitamiento permanente (m³/m³)

Da = Densidad aparente del suelo (g/m³)

2.2.3. Capacidad de campo (CC)

Contenido de agua que posee el suelo para drenar libremente durante 2 o 3 días posteriores al riego o a una precipitación intensa. Para determinar la capacidad de campo se debe saturar al suelo y cubrirlo con un plástico para evitar la evaporación del agua, entre 24 y 72 horas se toma muestras para determinar el contenido de humedad en el suelo (Tecnoriegovalley, 2019, pp. 1-8).

2.2.4. Punto de Marchitez Permanente (PMP)

Es el agua presente en el suelo que no puede ser absorbida por la planta, provocándola una marchitez irreparable (Tecnoriegovalley, 2019, pp. 1-8).

2.2.5. *Riego por goteo*

Es el método con mayor eficiencia en suministros de agua u nutrientes a los cultivos, entrega del agua en la cantidad necesaria y en el momento adecuado, por lo que se puede llegar a obtener mejores rendimientos y ahorro de agua. Tanto el agua como los nutrientes se conducen por un sistema de tuberías “mangueras de goteo” las mismas que tienen unos dispositivos muy pequeños llamados goteros, estos emiten un flujo de agua controlado permitiendo un riego uniforme en todo el campo (NETAFIM, 2019, párr. 1-2).

2.2.6. *Coefficiente de cultivo (Kc)*

De acuerdo con el SIAR (2018, p. 1) el coeficiente de cultivo o Kc es la relación existente entre la evapotranspiración real (ETc) y la evapotranspiración de referencia (ETo) en las mismas condiciones climáticas, es un número adimensional entre un rango de 0,1 y 1,2.

A medida que el cultivo se desarrolla, tanto como el área del suelo cubierta por la vegetación del cultivo, su altura y área foliar varía progresivamente, este desarrollo se divide en cuatro etapas; inicial, desarrollo, promedio y final (FAO, 2008, pp. 124-156):

- **Etapa inicial** inicia desde el momento de la siembra o trasplante, hasta cuando el cultivo cubre en un 10% la superficie.
- **Espata de desarrollo** inicia desde el 10% de cobertura hasta la emisión de la primera flor.
- **Etapa intermedia** entre floración y fructificación, existe una cobertura entre 70 al 80% de la superficie.
- **Etapa final** es la etapa de senescencia del cultivo.

2.2.7. *Evapotranspiración del cultivo*

Se refiere a la evapotranspiración del cultivo bajo condiciones fitosanitarias óptimas, con buena fertilización y en un campo extenso (FAO, 2008, pp. 124-156). Se determina con la fórmula (León, 2008, pp. 10-56):

$$Etc = Eto * Kc$$

Donde:

Etc= Evapotranspiración del cultivo (mm/día)

Eto= Evapotranspiración de referencia (mm/día)

Kc= Coeficiente de cultivo (a dimensional),

2.2.8. Evapotranspiración de referencia

De acuerdo con la FAO (2008, pp. 124-156), establece que la evapotranspiración de referencia es la tasa a la que se produce la transpiración en un cultivo de tamaño corto (pasto). La ETo depende completamente de los parámetros climáticos y, por lo tanto, representa la fuerza de la evaporación atmosférica en un lugar y época del año en particular, y no tiene en cuenta las características de los cultivos o los factores del suelo. Se determina con la fórmula (León, 2008, pp. 10-56):

$$ETo = Ev * Kp$$

Dónde:

Ev= Evaporación del día

Kp= se calcula a partir de datos climáticos de la zona como humedad relativa, viento y distancia al barlovento.

2.3. Requerimientos nutricionales

2.3.1. Fertirriego

Es una combinación de agua y fertilizante, que puede mejorar significativamente la eficiencia de la fertilización y obtener mayor rendimiento y mejor calidad. Para planificar correctamente la fertilización, se debe tener en cuenta las necesidades nutricionales del cultivo de acuerdo con su fase fenológica (Arcos, 2013, pp. 80-100).

2.3.2. Solución nutritiva

Es la combinación de diferentes sales minerales compatibles entre sí diluidas en agua, estas sales deben contener los nutrientes necesarios que requieren las plantas para su óptimo desarrollo, esta solución nutritiva se aplica directamente a las raíces de las plantas a través de varios métodos de riego como por ejemplo goteo (Arcos, 2013, pp. 80-100).

Tabla 1-1: Nutriente recomendados para una solución nutritiva en ppm

ELEMENTOS	RANGO (mín-máx)	ÓPTIMO
Nitrógeno	150-1000	250
Calcio	100-500	200
Magnesio	50-100	74
Fósforo	50-100	80
Potasio	100-400	300
Azufre	200-1000	400
Cobre	0,1-0,5	0,5
Boro	2-10	1,0
Hierro	2-10	5,0
Manganeso	0,5-0,5	2,0
Molibdeno	0,01-0,05	0,02
Zinc	0,5-1,0	0,5

Fuente: Arcos, 2013.

2.3.2.1. *Parámetros de control de la solución nutritiva*

- **Temperatura**

La temperatura influye en la absorción del agua y nutrientes, la temperatura óptima para la mayoría de los cultivos es aproximadamente 22°C, si la temperatura disminuye disminuirá así la asimilación de los nutrientes (Cornillon, 1998; citado en Lara, 1999, pp. 221-229).

Cuando la temperatura de la solución nutritiva es baja la endodermis de la raíz se suveriza disminuyendo la permeabilidad reduciendo la absorción del agua con los nutrientes (Graves, 1983; citado en Favela et al., 2006, pp. 33-89).

- **Potencial de Hidrógeno (pH)**

De acuerdo con De Reijck y Schrevens (1998; citado en Favela et al., 2006, pp. 33-89) el pH es determinado por la concentración de los ácidos y bases, lo que significa que el pH es una propiedad inherente de la composición química de la solución y no cambia de forma independiente.

- **Conductividad eléctrica**

La concentración de solución se puede determinar midiendo su conductividad eléctrica. Las sales nutrientes permiten el flujo de electricidad, lo que significa que cuanto mayor sea la concentración

de estas sales, mayor será la conductividad eléctrica (Calderón, 2010; citado en Rea, 2012, pp. 17-54). Se mide con la ayuda de un conductímetro, su unidad de medida es el Siemens*cm⁻¹ (S*cm⁻¹), mili Siemens (mS*cm⁻¹) (Flores et al., 2020, pp. 1-8).

- **Solubilidad**

Los fertilizantes utilizados para preparar solución nutritiva son de carácter sólido en formas de cristales o pueden ser también líquidos, la solubilidad de estos fertilizantes dependerá de su composición química, física y de su grado de pureza (Fertilab, 2018, pp. 1-4)

La solubilidad es la capacidad de las sales o fertilizantes para disolverse en agua en un tiempo determinado, está influenciada por la temperatura, ya que algunos fertilizantes pueden bajar la temperatura a niveles de congelamiento, sin embargo, al utilizar fertilizantes líquidos, esta reacción endotérmica no ocurre (Martínez, 2020, pp. 18-25).

- **Compatibilidad**

Al momento de mezclar dos o más fertilizantes en la solución nutritiva, lo más probable es una reacción de los compuestos que lo forman (Martínez, 1998, pp. 16-21). De acuerdo con Arcos (2013, pp. 80-100) se debe tener mucho cuidado al no incluir en la solución elementos incompatibles o que a su vez pudieran en las plantas tener efectos nocivos para ellas.

No se debe mezclar fertilizantes que contengan un alto contenido de calcio (nitrato de calcio) con ácido fosfórico, ya que su reacción química puede formar fosfatos de calcio, pudiendo esta reacción llegar a obstruir los emisores (Martínez, 1998, pp. 16-21).

NITRATO DE AMONIO																
E	NITRATO DE CALCIO															
I	I	AMONIACO ANHIDRO														
E	I	L	SULFATO DE MAGNESIO HEPTAHIDRATADO													
I	E	L	E	UREA												
C	I	L	E	E	SULFATO DE AMONIO											
C	I	I	E	L	C	FOSFATO MONOAMONICO										
C	I	I	E	L	C	L	FOSFATO DIAMONICO									
C	I	I	E	L	C	C	C	FOSFATO MONOPOTASICO								
C	L	I	E	L	C	C	C	C	NITRATO DE POTASIO							
C	I	I	E	L	C	C	C	C	C	SULFATO DE POTASIO						
C	I	I	E	L	C	C	I	C	C	C	SULFATO DE MAGNESIO ANHIDRO					
E	L	I	E	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	NITRATO DE MAGNESIO	
L	I	P	I	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	ACIDO FOSFORICO	
L	L	P	I	P	P	L	L	L	L	I	I	L	L	ACIDO NITRICO		
P	I	P	I	P	P	L	L	L	L	I	I	P	L	L	ACIDO SULFURICO	
S	S	P	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	P	P	P	AGUA

C	Mezcla 100% compatible en seco y en estanque
I	Mezcla incompatible en seco y en estanque, no realizar
E	Mezcla compatible solo en estanque al momento de inyectar
L	Mezcla de compatibilidad limitada en seco y también en agua, usar cantidad limitada
P	Mezcla que genera calor, peligro, siempre aplicar ácidos al agua y no al revés
S	Cantidad soluble en agua limitada por punto saturación de la sal

Ilustración 1-2: Compatibilidad química para mezclar fertilizantes en seco y estanque

Fuente: HUMAGRO, 2012.

2.3.3. Calidad del agua

El agua es uno de los elementos que nos puede limitar al momento de trabajar en sistemas hidropónicos o en sustrato, ya que en ella se disuelven todos los nutrientes para el desarrollo del cultivo, es por ello, que el agua que utilizaremos debe ser de calidad para que no exista cambios en la composición química de la solución (Hydro Environment, 2022, párr. 3-5). La calidad del agua determina los cultivos que pueden ser producidos, tipo de riego y fertilización a utilizarse (Bailey, 1996; Cabrera, 1997; citados en Cabrera, 2011, pp. 1-13).

El procedimiento que se realiza a nivel general para la toma de muestras del agua es que las muestras deben ser recolectadas lo más cerca posible al estanque o a la central de riego, preferiblemente el contenedor donde se vaya a guardar las muestras deben ser de material plástico y que este no haya sido utilizado previamente para almacenar agroquímicos, fertilizantes o pesticidas, por ningún motivo se debe utilizar contenedores de vidrio o metal, una vez recolectada la muestra, esta se la debe enviar de forma inmediata al laboratorio (Cabrera, 2011, pp. 1-13).

Tabla 2-1: Parámetros de calidad del agua de riego de uso agrícola

Parámetro	Unidad	Grado de restricción		
		Ninguno	Leve a moderado	Severo
Salinidad				
Conductividad eléctrica	ds.m ⁻¹	<0,7	0,7-3,0	>3,0
Sólidos disueltos totales	mg. L ⁻¹	<450	450-2000	>2000
Salinidad efectiva	me. L ⁻¹	<3,0	3,0-15,0	>15,0
Salinidad potencial	me. L ⁻¹	<3,0	3,0-15,0	>15,0
Sodicidad				
Carbonato de sodio residual	me. L ⁻¹	<1,25	1,25-10,0	>2,5
Relación de absorción de sodio	me. L ⁻¹	<3,0	3,0-9,0	>9,0
Efecto de iones específicos				
Sodios	me. L ⁻¹	<5,0	5,0-10,0	>10,0
Bicarbonatos	me. L ⁻¹	<1,5	1,5-8,5	>8,5
Cloruros	me. L ⁻¹	<4,0	4,0-10,0	>10,0
Boros	mg. L ⁻¹	<0,7	0,7-3,0	>3,0
Hierro	mg. L ⁻¹	<0,1	0,1-1,5	>1,5

Fuente: Castellanos et al., 2000; citado en Castellón et al., 2015.

- **Dureza**

El agua dura puede llegar a presentar problemas severos en el cultivo si se llega a utilizar para preparar soluciones nutritivas, ya que los niveles de calcio y magnesio son muy elevados y al utilizar en soluciones nutritivas los niveles serán tan altos que los nutrientes se encontrarán en desbalance (Arcos, 2013, pp. 80-100).

2.3.4. Recomendaciones de fertilización en fresa

Tabla 3-1: Recomendación de fertilización para el cultivo de fresa

Periodo	Semana	N	P	K	Ca	Mg
		mg/l				
Plantación	1-6	110	33	140	106	50
Vegetativo	7-14	200	90	170	106	50
Floración	15-21	150	45	100	85-110	50
Cuaje y maduración	22-25	120	20	100	85-110	30
Recolección	26-33	100	20	100	85-110	30
Recolección	34-35	100	20	100	85-110	30
Recolección	36-39	70	17	80	85-110	30

Fuente: HAIFA, 2020.

2.4. Análisis foliar

De acuerdo con INNOTECH (2021, párr. 1-2) el análisis foliar es un análisis que se lo realiza en un laboratorio especializado de alguna parte de la planta, por lo general hojas, cuyo objetivo es conocer el estado nutricional de las plantas antes que aparezcan sistemas visibles de deficiencias o excesos.

Como norma general para la recolección de muestras se debe tener en cuenta que las hojas sean sanas y sin ningún tipo de deficiencia o anomalía alguna (LABISER, 2019, párr. 8).

2.4.1. Absorción mineral de la fresa

2.4.1.1. Nitrógeno

El nitrógeno en la fresa cumple con una función esencial en el crecimiento vegetativo, productividad y calidad de la fruta siendo absorbido principalmente en forma de NO_3 (Casbis et al., 2020, pp. 1337-1339).

2.4.1.2. Fósforo

Al ser un elemento con poca movilidad en suelo, es un elemento de gran importancia para la fresa, ya que estimula en la planta el desarrollo radicular y la floración, este elemento es un constitutivo de los sistemas de almacenamiento y transferencia de energía (Casbis et al., 2020, pp. 1337-1339).

2.4.1.3. Potasio

De acuerdo con Chávez et al. (2014; citado en Casbis et al., 2020, pp. 1337-1339), el potasio es conocido como el nutriente de la calidad por el efecto que ejerce en el tamaño, forma, color y sabor de la fruta, está involucrado en la absorción del agua por parte de las raíces, regula la apertura estomática e influye en la fotosíntesis.

2.4.1.4. Calcio

A este elemento se lo involucra en la función de firmeza de los frutos, fortaleciendo la estructura de la membrana y pared celular, otorgando resistencia ante la penetración de plagas y enfermedades (Grupo Fragaria, 2021a, párr. 1-5).

2.4.1.5. *Magnesio*

Es un elemento esencial en toda planta, ya que es uno de los constituyentes de la clorofila, protoclorofila, pectina y fitina, además que tiene participación en la síntesis de los carbohidratos, proteínas y lípidos (El Informador, 2013, párr. 2-3).

2.4.1.6. *Azufre*

López (2021a, párr. 1-5) el azufre junto con el calcio y magnesio desarrolla un rol importante en el crecimiento normal y saludable del cultivo, este elemento está asociado también a la formación de proteínas y la clorofila, es por ello que, al existir algún tipo de deficiencia de este elemento se la puede confundir con la de nitrógeno.

2.4.1.7. *Hierro*

Favorece la formación de clorofila, es por esto por lo que, al existir carencias de este elemento, la planta pierde parte de su clorofila desembocando en clorosis severas que pueden ocasionar la muerte de la planta, sin embargo, el hierro en exceso puede resultar tóxico para las plantas, por lo que debe ser administrado de una manera correcta y con cierta prudencia (Altamirano, 2004, p. 25).

2.4.1.8. *Boro*

INTAGRI (2017, párr. 1) el boro es un micronutriente esencial en la producción vegetal desempeñando un papel importante en la división, diferenciación y elongación celular de tejidos nuevos, del mismo modo participa en la germinación del tubo polínico, dando como resultado un mejor cuajado de frutos.

2.5. Cultivo de fresa

La fresa (*Fragaria x ananassa*) es una planta de vida corta, herbácea, llegando a durar hasta dos años de rendimiento. Produce hojas, coronas, estolones, flores y raíces, de acuerdo con patrones determinados genéticamente y por factores ambientales que pueden modificar considerablemente la expresión de su desarrollo (Reyes y Zschau, 2012, pp. 19-30).

2.5.1. Clasificación taxonómica de la fresa

Tabla 4-1: Clasificación taxonómica de la fresa

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

Fuente: Menéndez, 2007.

2.5.2. Fisiología del cultivo de fresa

Este cultivo puede desarrollarse en cualquier tipo de clima, sin embargo, para obtener mejores rendimientos se recomienda cultivar en zonas templadas, lugares donde no haya vientos ni heladas (Reyes y Zschau, 2012, pp. 19-30).

2.5.3. Variedades

2.5.3.1. Variedad Albión

Es la variedad con mayor superficie y desarrollo en Chile y en Ecuador, tiene un potencial para ser cultivada tanto en suelo como en sustrato, muy cotizada para el mercado en fresco y congelado por su alta acumulación de sólidos solubles (10 -14°BRIX), debido a su lento crecimiento inicial de un mayor requerimiento de nitrógeno en su arranque, la variedad Albión presenta una mayor resistencia frente a la presencia de oídio, sin embargo tiene una menor resistencia frente a botrytis a demás es muy sensible al ataque de ácaros (Agrícola Llahuen, 2017, pp. 1-8).

2.5.3.2. Variedad San Andreas

De acuerdo con Agrícola Llahuen (2017, pp. 1-8), similar a la variedad Albion, esta variedad es muy buscada por la industria de alimentos frescos y congelados debido a su tamaño uniforme y de gran tamaño. Es de rendimiento más temprano en sistemas de producción controlados debido a su rápido crecimiento inicial. Sin embargo, en climas fríos, tiende a tener un follaje excesivo y un período vegetativo más largo. En general, esta variedad muestra una mayor resistencia a enfermedades como el oídio y la botritis.

2.5.3.3. *Variedad Monterey*

Presenta abundante floración al igual que la variedad San Andreas posee un crecimiento inicial rápido, en zonas de temperaturas bajas, presenta excesos de vigor, su fruta es de color rojo externo y pulpa roja y buena vida de postcosecha, lo que le hace atractiva para el mercado en fresco y congelado, presenta una adecuada tolerancia a botrytis, sin embargo, es muy sensible ante oídio, trips y ácaros (Agrícola Llahuen, 2017, pp. 1-8).

2.5.3.4. *Variedad Cabrillo*

Es ideal para el cultivo en suelo y en sustrato, su comportamiento productivo es similar a la variedad Albión (no presenta un peak definido), la temperatura ideal para la inducción de floración es entre un rango de 20 a 25°C, los calibres de la fruta son homogéneos, posee, además, una alta firmeza en la pulpa y una adecuada concentración de azúcares. Esta variedad presenta una alta tolerancia a *Oídio*, *Fusarium* y *Rhizoctonia*, pero presenta una alta sensibilidad a tizón de hojas (*Phomopsis* spp.) (Agrícola Llahuen, 2021, pp. 1-8).

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Características del lugar

3.1.1. Localización

El estudio se realizó en el Centro Experimental del Riego (CER) de la ESPOCH, ubicada en la parroquia de Licto, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo.

3.1.2. Ubicación geográfica

Altitud: 2720 m s.n.m.

Latitud: 9807000 UTM

Longitud: 764600 UTM (Gualpa et al., 2020, p. 186).

3.1.3. Condiciones climáticas

Precipitación anual: 650 mm

Humedad relativa: 85%

Temperatura media: 14.08 °C (Gualpa et al., 2020, p. 186).

3.1.4. Condiciones edafológicas

pH del suelo: 7.43

Porcentaje de Materia Orgánica: 1.17%

Capacidad de Intercambio Catiónico: 3.70 Meq /100g⁻¹ (Gualpa et al., 2016, p. 30).

3.2. Materiales y equipos

3.2.1. Material experimental

En la investigación se utilizó lo siguiente:

- Cuatro variedades de fresa, Monterey, Albión, Cabrillo, San Andreas.
- Dos sistemas constructivos semihidropónicos canal abierto y mangas.

3.2.2. *Material de campo*

Invernadero, estructura semihidropónica, regla de 30 centímetros (cm), fundas plásticas, marcador, etiquetas, jarra de 1 litro, jarra de 500 mililitros (ml), probeta de 25 mililitros (ml), balde de 20 litros (l), bomba de fumigar, tijera de podar, azadón, rastrillo, alambre, piola, cámara digital, libreta de campo.

3.2.3. *Material de oficina*

Hojas de papel, esfero, lápiz, borrador, laptop.

3.2.4. *Material de laboratorio*

Balanza de precisión, balanza digital, brixómetro-refractómetro manual, penetrómetro manual, cámara scholander PMS Instrument Company, SC 1 LEAFT PROMETER, estufa.

3.3. Metodología

3.3.1. *Diseño experimental*

Se empleó un diseño de bloques completos al azar 2x4, con 4 repeticiones, para el arreglo factorial, mejor conocido como arreglo bifactorial.

3.3.2. *Factores en estudio*

Los factores analizados fueron: cuatro variedades de fresa diferentes y dos sistemas de cultivo semihidropónicos: canal abierto y mangas.

3.3.3. *Tratamientos en estudio*

3.3.3.1. *Factor A (Variedades)*

V1: Monterey

V2: Albión

V3: San Andreas

V4: Cabrillo

3.3.3.2. Factor B (sistemas constructivos semihidropónicos)

S1: Canal Abierto

S2: Mangas

Tabla 1-2: Tratamientos en estudio

TRATAMIENTO	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
T1	V1S1	Monterey*Canal abierto
T2	V1S2	Monterey*Mangas
T3	V2S1	Albi3n*Canal abierto
T4	V2S2	Albi3n*Mangas
T5	V3S1	San Andreas*Canal abierto
T6	V3S2	San Andreas*Mangas
T7	V4S1	Cabrillo*Canal abierto
T8	V4S2	Cabrillo*Mangas

Realizado por: Cacoango, Jessica, 2023.

3.3.4. Especificaciones del campo experimental

Tabla 2-2: Especificaci3n del campo

Número de tratamientos	8
Número de repeticiones	4
Número de unidades experimentales	32
Área de investigaci3n	
Forma	Rectangular
Longitud	16 m
Ancho	2,80 m
Área total del tratamiento	44,80 m ²
Densidad de trasplante	
Entre hileras	0,30 m
Entre plantas	0,15 m
Número total de plantas en el ensayo	4000
Número total de plantas a evaluarse	320
Número de plantas por tratamiento	1000
Número de plantas evaluadas por tratamiento	10
Área total del ensayo	500 m ²

Realizado por: Cacoango, Jessica, 2023.

3.3.5. Esquema de análisis de varianza

El esquema de análisis de varianza (ADEVA) que se empleó en cada tratamiento de estudio se presenta en la Tabla 3-2:

Tabla 3-2: Esquema de análisis de varianza

Fuente de variación (F.V)	Fórmula	gl
Repeticiones	(r-1)	3
Factor A	(a-1)	3
Factor B	(b-1)	1
A*B	(a-1) * (b-1)	3
Error	(ab-1) * (r-1)	21
Total	(a * b * r) -1	31

Realizado por: Cacoango, Jessica, 2023.

Nota:

p-valor: >0.01 y > 0.05 = ns (No significativo)

p-valor: >0.01 y < 0.05 = * (Significativo)

p-valor: <0.01 y < 0.05 = ** (Altamente significativo)

3.3.6. *Análisis funcional*

El coeficiente de variación se calculó y expresó como porcentaje (%). Cuando hubo diferencias significativas en los valores promedio entre el factor variedad, los sistemas semihidropónicos y su interacción, se aplicó la prueba de Tukey al 5% de nivel de significancia.

El análisis económico se determinó mediante la relación costo-beneficio.

3.4. **Métodos de evaluación y datos registrados**

3.4.1. *Condiciones climáticas*

2.4.1.1. *Temperatura y humedad relativa en el invernadero*

Para recopilar datos de temperatura y humedad relativa dentro del invernadero, se utilizó una estación meteorológica y se colocó en el área central del invernadero, de acuerdo con la recomendación de García et al. (2015, pp. 249-258).

3.4.2. *Determinación de los requerimientos hídricos para las cuatro variedades de fresa*

Para determinar los requerimientos hídricos de las cuatro variedades de fresa en estudio se realizó un calendario de riego, evaluando los siguientes parámetros:

3.4.2.1. Evapotranspiración del cultivo de referencia (ETo)

La Eto depende exclusivamente de las condiciones del medio ambiente, para ello se determinó mediante la siguiente fórmula (León, 2008, citado en Yumbo, 2019, pp. 24-27):

$$Eto = Ev * Kp$$

Donde:

ETo = Evapotranspiración de cultivo de referencia (mm/día)

Ev = Evaporación diaria (mm)

Kp = datos climáticos dentro del invernadero: humedad relativa (%), velocidad del viento(m/s), barlovento.

En el caso del Kp los datos climáticos como la humedad relativa (HR) se determinó con la estación meteorológica portátil Weather Station, y con respecto a la velocidad del viento con el anemómetro, estos valores se los interpoló obteniendo el valor de Kp (Peña, 2013, pp. 52-60).

Tabla 4-2: Coeficientes del tanque evaporímetro (Kp) para el tanque clase A

Tanque Clase A	Caso A: Tanque situado en una superficie cultivada				Caso B: Tanque situado en suelo desnudo			
		Baja < 40	Media 40 – 70	Alta > 70		Baja < 40	Media 40 – 70	Alta > 70
HR media								
Velocidad viento (m/s)	Distancia del cultivo a barlovento (m)				Distancia del cultivo a barlovento (m)			
Baja <2	1	0,55	0,65	0,75	1	0,70	0,80	0,85
	10	0,65	0,75	0,85	10	0,60	0,70	0,80
	100	0,70	0,80	0,85	100	0,55	0,65	0,75
	1000	0,75	0,85	0,85	1000	0,50	0,60	0,70
Moderada 2-5	1	0,50	0,60	0,65	1	0,65	0,75	0,80
	10	0,60	0,70	0,75	10	0,55	0,65	0,70
	100	0,65	0,75	0,80	100	0,50	0,60	0,65
	1000	0,70	0,80	0,80	1000	0,45	0,55	0,60
Alta 5 – 8	1	0,45	0,50	0,60	1	0,60	0,65	0,70
	10	0,55	0,60	0,65	10	0,50	0,55	0,65
	100	0,60	0,65	0,70	100	0,45	0,50	0,60
	1000	0,65	0,70	0,75	1000	0,40	0,45	0,55
Muy alta >8	1	0,40	0,45	0,50	1	0,50	0,60	0,65
	10	0,45	0,55	0,60	10	0,45	0,50	0,55
	100	0,50	0,60	0,65	100	0,40	0,45	0,50
	1000	0,55	0,60	0,65	1000	0,35	0,40	0,45

Fuente: Peña, 2013, pp. 52-60.

Realizado por: Cacoango, Jessica, 2023.

3.4.2.2. Coeficiente del cultivo (Kc)

Para determinar el Coeficiente del cultivo (Kc) se utilizó la fórmula propuesta por Hargreaves y Samani (1985; citado en Sánchez, 2017, pp. 1-2):

$$Kc = 0.01335 + 0.04099 * (\text{etapa del cultivo}) - 0.0004 * (\text{etapa del cultivo})^2$$

Donde la etapa del cultivo corresponde al porcentaje (%) de desarrollo del cultivo en el día en que se calculó, para esto fue necesario conocer la duración del ciclo del cultivo de fresa desde su trasplante hasta su muerte, de acuerdo con Agrícola Llahuen (2017, pp. 1-7) el cultivo de fresa en sustrato o semi hidroponía se debe renovar a partir del año de establecimiento. A demás de ello se identificó las etapas fenológicas del cultivo de fresa, para ello se utilizó la descripción propuesta por Meier et al. (1994; citado en Tecnicoagrícola, 2013, párr. 10-12), donde:

Tabla 5-2: Descripción de las etapas fenológicas del cultivo de fresa

Etapas fenológicas	Descripción
Etapa de prendimiento	Esta etapa inicio cuando la yema principal comenzó a crecer, y terminó con la primera hoja totalmente desplegada.
Etapa de desarrollo vegetativo	Inicia con la primera hoja desplegada, formación de estolón y terminó con la aparición del órgano floral en la base de la roseta foliar (esta fase se repite por varios ciclos).
Etapa de floración	Inicia con las primeras flores totalmente abierta (alrededor del 50%) y terminó cuando los pétalos cayeron mientras que la
Etapa de fructificación	Inicia con la formación del fruto (cuajado) y con la maduración de este (adquirir el color típico de la fruta), esta fase se repite por varios ciclos.

Realizado por: Cacoango, Jessica, 2023.

Tabla 6-2: Ciclo del cultivo de fresa

Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
Prendimiento y desarrollo	Desarrollo	Floración y fructificación									

Fuente: Meier et al.,1994; citado en Tecnicoagrícola, 2013, párr. 10-12.

Realizado por: Cacoango, Jessica, 2023.

Finalmente, para la representación gráfica del Kc se colocó en el eje de las abscisas los días del cultivo de acuerdo con la duración de su fase fenológica y en el eje de las ordenadas el valor del Kc calculado.

3.4.2.3. Evapotranspiración del cultivo (Etc)

Para el cálculo de la Etc se utilizó la siguiente ecuación (León, 2008, citado en Yumbo, 2019, pp. 24-27):

$$Etc = Eto * Kc$$

Donde:

Etc = Representa la evaporación del cultivo, también conocida como requerimiento neto de agua (mm/día)

Eto = Evapotranspiración de referencia o demanda de agua basada en las condiciones climáticas (mm/día)

Kc = Representa un factor de corrección, que ajusta Eto para reflejar el valor real consumo de agua por parte del cultivo.

3.4.2.4. Lámina bruta (Lb)

Para la obtención de la lámina bruta se utilizó la siguiente fórmula (León, 2008, citado en Yumbo, 2019, pp. 24-27):

$$Lb = \frac{Etc * Fr}{Ef}$$

Donde:

Lb = Lámina bruta (mm)

Etc = Evapotranspiración del cultivo (mm)

Fr = Frecuencia de riego (1 día ya que se dieron riegos diarios)

Ef = Eficiencia de riego (90% goteo)

3.4.2.5. Volumen de riego

Para conocer el volumen que necesitamos dotar a nuestro cultivo se utilizó la siguiente fórmula (León, 2008, citado en Yumbo, 2019, pp. 24-27):

$$Vr = Lb * \text{área a riego}$$

Donde:

V_r = Volumen de riego (m^3)

L_b = Lámina bruta (transformada a m)

Área de riego (m^2) que es de 125 m^2 por bloque de variedades.

3.4.2.6. *Volumen de agua por planta*

Finalmente, para conocer el requerimiento de agua por planta se aplicó la siguiente fórmula:

$$V = \frac{V_r}{\text{número de plantas del tratamiento}}$$

Donde:

V = Volumen de agua que se necesita aplicar por planta (L/planta)

V_r = Volumen de riego (L)

El número de plantas fue de 848 unidades por variedad.

3.4.3. *Determinación de los requerimientos nutricionales de las cuatro variedades de fresa*

Para la determinación de los requerimientos nutricionales de las cuatro variedades de fresa, se comenzó a partir de la formulación propuesta por Agrícola Llahuen y SQM (Tabla 7-2) donde se tiene los valores (ppm) de cada elemento para las diferentes etapas fenológicas, a partir de estos valores se preparó la solución nutritiva de partida, donde al cabo del primer mes de aplicación de la solución nutritiva se realizó el primer análisis foliar, para con ello establecer y ajustar la solución nutritiva para la etapa de desarrollo del cultivo. Al tercer mes, de acuerdo con las recomendaciones de Agrícola Llahuen se realizó el cambio de solución nutritiva ya que el cultivo se encontraba en la fase de floración y fructificación, utilizando como punto de partida los valores (ppm) de la Tabla 7-2, al cabo de un mes se realizó un segundo análisis foliar para que al igual que el primer caso realizar un ajuste a la solución nutritiva y obtener los valores reales que necesita el cultivo en estas fases fenológicas.

La recolección de las muestras se realizó de acuerdo con la metodología propuesta por Agrocalidad (2018, pp. 1-10) donde de cada tratamiento se recolectó hojas jóvenes que estaban completamente abiertas y sanas, aproximadamente 100 gramos, se las identificó e inmediatamente se enviaron al laboratorio de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP, esta metodología se la aplicó para las dos ocasiones que se necesitó del análisis foliar.

Tabla 7-2: Solución madre para el cultivo de fresa en semihidroponía

Elemento	Solución nutritiva (mg/L o ppm)	
	Desarrollo	Floración y Fructificación
N	110	90
P	26	22
K	132	166
Ca	71	78
Mg	18	30
S	12	24
Fe	2	2
pH	5.8 – 6.5	5.8 – 6.5
C.E	0.8 – 1.0 dS/m	1.2 – 1.4 dS/m

Fuente: Agrícola Llahuen, 2017.

Realizado por: Cacoango, Jessica, 2023.

3.4.3.1. Ajuste de la solución nutritiva

Para el ajuste de la solución nutritiva, los resultados de laboratorio (**ANEXOS L-M**) se interpretaron de acuerdo al método convencional propuesto por Jones et al. (1991; citado en Ventura et al., 2012, pp. 139-145) el cual consiste en una comparación simple de los valores de los resultados de las muestras, respecto a los valores de referencia del cultivo de interés.

Para ello se compararon los resultados obtenidos en laboratorio con los rangos de suficiencia de nutrientes para el cultivo de fresa (**ANEXO N**)

3.4.3.2. Calculo para preparar la solución madre

De acuerdo con Arcos (2013, pp. 80-100), se usa la fórmula:

$$C = \frac{F * n * 100}{a}$$

Dónde:

C = Cantidad de fertilizantes en gramos en la solución madre.

F = Concentración del nutriente en el agua de irrigación.

n = Volumen de la solución madre.

a = % de pureza del nutriente en el fertilizante

3.4.3.3. Procedimiento para calcular los fertilizantes

Cálculo del potasio (nitrato de potasio) (Arcos, 2013, pp. 80-100):

$$C = \frac{F * n * 100}{a}$$

Cálculo del nitrógeno adicional (Arcos, 2013, pp. 80-100):

$$F = \frac{C * a}{n * 100}$$

Dónde:

F = Concentración del nutriente en el agua de irrigación.

C = Cantidad de fertilizantes en gramos en la solución madre.

a = % de pureza del nutriente en el fertilizante.

n = Volumen de la solución madre.

3.4.4. *Determinación de una programación de riego y nutrición para las cuatro variedades de fresa*

Para determinar la programación de riego y nutrición se realizó una proyección de los valores obtenidos del requerimiento hídrico de litros/planta a m³/ha⁻¹/fase fenológica.

Donde el valor obtenido se lo multiplicó por el número de plantas de fresa que pueden ser cultivadas en una hectárea de terreno (80 000 plantas) y también se multiplicó por el número de días que duró las diferentes fases fenológicas del cultivo obteniendo un resultado en: (litros/ha⁻¹/fase fenológica), finalmente a este resultado se lo convirtió a (m³/ha⁻¹/fase fenológica) realizando una división del resultado entre 1000 ya que 1 m³ = 1000 litros (L).

3.4.5. *Porcentaje de prendimiento*

Se determinó el número de plantas prendidas por cada tratamiento a los quince días después del trasplante. De acuerdo con Inga (2021, pp. 30-90) y Meier et al. (1994; citado en Tecnicoagrícola, 2013, pp. 1-2) el autor menciona que para determinar el prendimiento de la planta se debe observar que su corona se encuentre en perfecto estado es decir que presente una coloración verdosa y que por lo menos la planta tenga su primera hoja completamente abierta.

Para determinar en porcentaje del número de plantas prendidas se utilizó la metodología propuesta por Yauricasa (2019, pp. 30-48) donde se contó el número de plantas prendidas y por regla de tres se calculó el porcentaje de prendimiento con respecto al total de plantas trasplantadas.

$$\%prendimiento = \frac{\#plantas\ prendidas}{\#plantas\ trasplantadas} * 100$$

3.4.6. Altura de la planta

La altura de las plantas en cada tratamiento se midió con una regla de 30 cm, midiendo desde la base de la copa hasta la parte aérea más alta. Esta evaluación se realizó para cada tratamiento a los 30, 60, 90 y 120 días después del trasplante, con unidades en centímetros (cm).

3.4.7. Días a la floración

Se registró el tiempo transcurrido desde el día del trasplante hasta que el 50% de las plantas de cada tratamiento de estudio tuvieron su primera flor totalmente abierta, y lo mismo se hizo para la segunda floración.

3.4.8. Rendimiento por categoría de fruta

Se clasificó de acuerdo con una tabla arbitraria, donde se preguntó a varios productores como realizan la clasificación de acuerdo con las exigencias del mercado, el cual se procedió a pesar las muestras indicadas y se determinó máximos y mínimos de pesos.

Tabla 8-2: Tabla arbitraria de fresa de acuerdo del mercado

Categoría	Peso (g)
Primera	>30
Segunda	25-29
Tercera	20-24
Cuarta	<19

Realizado por: Cacoango, Jessica, 2023.

3.4.9. Rendimiento total

Se sumó todo el rendimiento obtenido durante el periodo de evaluación y se realizó una proyección en toneladas/hectárea (Tn/ha⁻¹).

3.4.10. Contenido de sólidos solubles

Se utilizó un brixómetro-refractómetro manual, las lecturas se registraron cada quince días, de las frutas cosecha das se recolectó tres frutas al azar por cada tratamiento, la cual se pinchó en la parte apical de la fruta para obtener el néctar necesario y obtener la lectura de sólidos solubles (BRIX).

Para la obtención de un buen análisis de sólidos solubles se realizó la metodología propuesta por Brezmes (2008, pp. 28-30), donde: en primer lugar se realizó la selección de las frutas, posteriormente se las cortó y se las introdujo en la licuadora, al resultado de este proceso (zumo) se lo depositó en vasos, con la ayuda de un gotero se tomó una cuantas gotas del zumo y se las depositó sobre el prisma del refractómetro, y finalmente se realizó la medición a través del ocular, ajustando la sombra en el punto medio de la cruz para leer en la escala numerada el índice de refracción.

3.4.11. Potencial hídrico

Se utilizó la cámara scholander PMS, las lecturas se realizaron cada quince días, se seleccionó de cada tratamiento una hoja joven y sana, de acuerdo con la metodología propuestas por PMSINSTRUMENT (2019, pp. 1-16). se cortó de forma trasversal para separar la hoja de la planta tratando de que el corte sea lo más recto y limpio posible, se insertó el extremo del peciolo a través del orificio del lado de la tapa de la cámara, permitiendo que el peciolo sobresalga un poco a través del parpado, se giró el tornillo de la glándula de presión hasta que la muestra quedara fija en la tapa, posteriormente se colocó la hoja en la cámara asegurando la tapa de la cámara con los pasadores de la cámara, con la ayuda del pie se aseguró al pie de la cámara de bombeo y se sujetó con las manos las asas del instrumento, se realizó movimientos de arriba hacia abajo hasta observar a través del *eye lens* la salida de la primera gota de agua (gutación), se registró la lectura en Bar.

3.4.12. Apertura estomática

Para este parámetro se utilizó el equipo SC-1 LEAF POROMETER, las lecturas se realizaron a partir del mediodía. Para cada tratamiento se eligió una hoja joven que se encuentre en buen estado fitosanitario, se registró la lectura cada quince días en $\text{mmol/m}^2 \text{ s}$ y la temperatura en $^{\circ}\text{C}$ (MeterGroup, 2020, pp. 1-20).

3.4.13. Análisis económico

El análisis económico se realizó mediante la relación beneficio/costo, considerando los ingresos y costos totales.

3.5. Manejo del ensayo

3.5.1. Labores pre culturales

3.5.1.1. Adecuación de la infraestructura

Se realizó una limpieza total del ensayo.

3.5.1.2. Preparación de sustrato

La materia prima que se utilizó para preparar el sustrato fue: cascarilla de arroz (50%), corteza de pino (35%) y fibra de coco (15%) en volumen.

3.5.1.3. Hidratación del sustrato

Esta actividad se realizó con un mes de antelación al trasplante, se realizó riegos cortos por la cinta de goteo y también riegos con manguera de jardín tipo ducha.

3.5.2. Labores culturales

3.5.2.1. Trasplante

Se cortó la raíz dejando 5 centímetros de longitud, se realizó la desinfección de la planta sumergiéndole en la solución (*Bacillus subtilis* + enraizante) por un tiempo de 5 minutos.

3.5.2.2. Distribución de los tratamientos

Se realizó de acuerdo con el diseño experimental propuesto.

3.5.2.3. Riego

Durante los primeros días se aplicó cuatro pulsos de agua al día con un tiempo de cinco minutos. En el ensayo se instaló sensores de humedad, los cuales se conectaron a un panel de control, en donde se guardaba la información de humedad del sustrato de forma diaria.

Mediante el método de gravimetría se logró obtener la curva de retención de agua que nos permitió la automatización en los tiempos de riego frecuencia de riego, considerando un consumo del 25 % de la capacidad de campo (León, 2008, pp. 10-56):

$$\% H = \left(\frac{PSH - PSS}{PSS} \right) \times 100$$

%H: Porcentaje de humedad.

PSH: Peso de la muestra húmeda.

PSS: Peso de la muestra seca al horno a 105 °C por 24 horas.

Procedimiento: se aplicó un riego de diez minutos hasta saturar el sustrato posteriormente se extrajo una muestra de sustrato lo más cercano a la zona radicular, se llevó la muestra al laboratorio para pesarla y colocar en el cilindro el cual ya estaba previamente pesado, esta muestra se dejó en la estufa a una temperatura constante de 105 °C hasta obtener un peso constante, se realizó tres repeticiones.

Tabla 9-2: Descripción de las etapas fenológicas

Etapas fenológicas	Descripción
Etapa de prendimiento	Esta etapa inicio cuando la yema principal comenzó a crecer, y terminó con la primera hoja totalmente desplegada.
Etapa de desarrollo vegetativo	Inicia con la primera hoja desplegada, formación de estolón y terminó con la aparición del órgano floral en la base de la roseta foliar (esta fase se repite por varios ciclos).
Etapa de floración	Inicia con las primeras flores totalmente abierta (alrededor del 50%) y terminó cuando los pétalos cayeron mientras que la
Etapa de fructificación	Inicia con la formación del fruto (cuajado) y con la maduración de este (adquirir el color típico de la fruta), esta fase se repite por varios ciclos.

Realizado por: Cacoango, Jessica, 2023.

3.5.2.4. Fertilización

La fertilización inicial se realizó en base a las recomendaciones de la Agrícola Llahuen, se utilizó cinco fertilizantes (nitrato de calcio, fosfato mono potásico, nitrato de potasio, sulfato de potasio, sulfato de magnesio, Granulid menor) se preparó la solución madre en tres recipientes, de acuerdo con el cuadro de compatibilidad (Figura 1-1), esta preparación se realizó una vez a la semana, posteriormente se realizó los ajustes en base a los análisis foliares.

La preparación de la solución nutritiva se realizó todos los días, cada variedad tenía un tanque individual donde se controlaba la conductividad eléctrica y el pH que se encuentre dentro de los rangos recomendados, cuando el pH se encontró por encima de los rangos se agregó con ayuda de una probeta ácido fosfórico.

El fertirriego se suministró a partir del tercer día después del trasplante, se realizó aplicaciones foliares de enraizante (raiciner) a los ocho y quince DDT.

Aparte del fertirriego que recibía la planta en la primera etapa se aplicó de forma foliar micronutrientes con un regulador de pH, a partir de la segunda cosecha se aplicó de forma foliar AUXYM-Ca + FERTILON COMBI.

3.5.2.5. Control de plagas y enfermedades

Plagas

Para el control de las plagas como (ácaro, trips y mosca blanca) se colocó trampas monocromáticas HORIVER amarillas y azules.

Cosecha

La cosecha se realizó dos veces por semana de acuerdo con el grado de madurez de la fruta propuesto por González (2014, pp. 106-110).

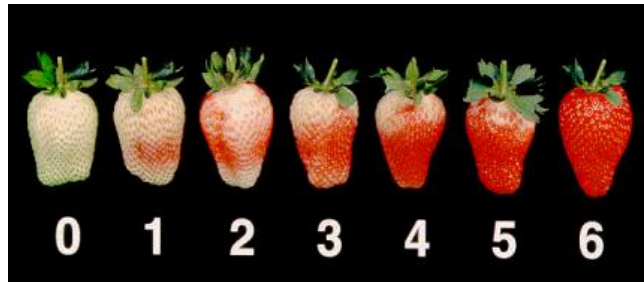


Ilustración 1-3: Grado de madurez de la fresa a través de los colores

Fuente: González, 2014.

CAPÍTULO IV

4. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1. Condiciones climáticas

4.1.1. Temperatura y humedad relativa en el invernadero

El registro de la temperatura es de gran importancia, ya que esta influye en el crecimiento y rendimiento del cultivo, junto con los niveles de luz, humedad relativa, agua y nutrientes.

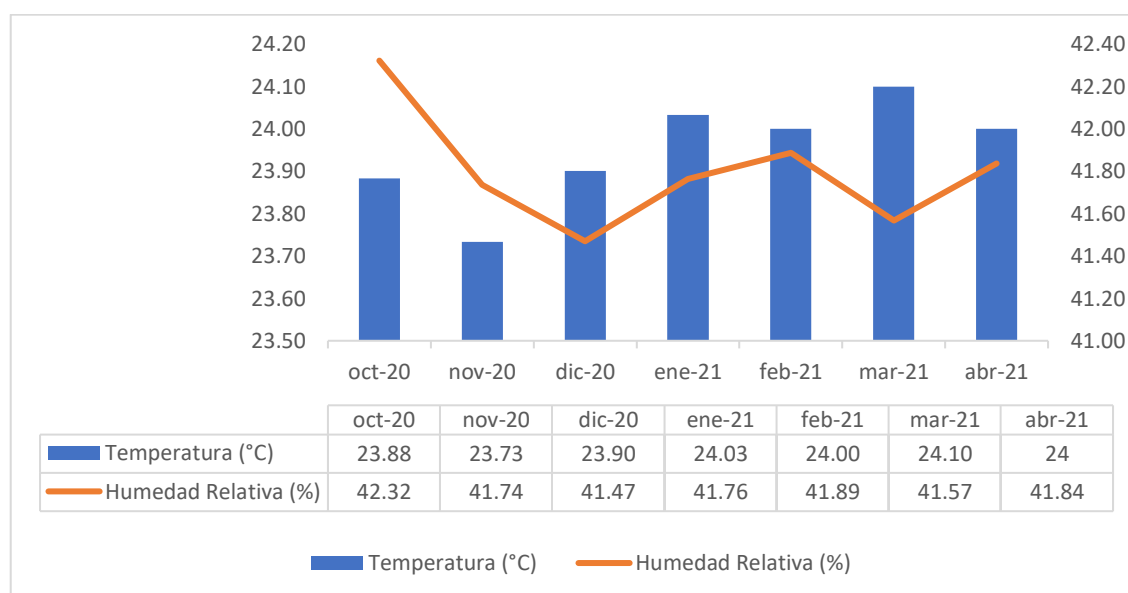


Ilustración 1-4: Temperatura y humedad relativa dentro del invernadero

Realizado por: Cacoango, Jessica, 2023.

La Ilustración 1-4 presenta los promedios de temperatura y humedad relativa durante el tiempo que duró la investigación (octubre 2020 - abril 2021). Se observó que la temperatura dentro del invernadero se encontró en un rango entre los 23,73°C hasta los 24.10°C y la humedad relativa osciló entre 41.47% hasta 42.32%, estas condiciones, resultan beneficiosas para la fecundación de la flor, afirmación que es sustentada a lo propuesto por Novagric (2016, párr. 1-3) donde afirma que, para que la fecundación de la flor de fresa sea exitosa, la temperatura debe encontrarse en un rango entre 12°C y 25°C y la humedad relativa entre 40% al 60%, sin embargo, de acuerdo con lo propuesto por Agrolalibertad (2012, p. 1-9) si la temperatura supera el rango de los 25°C la fruta tendrá una maduración acelerada lo que impedirá que esta obtenga los calibres deseados.

4.2. Determinación de los requerimientos hídricos de las cuatro variedades

De acuerdo con los resultados que se obtuvo en la presente investigación se pudo determinar que la influencia de la temperatura interna (sustrato) en los tratamientos en estudio (**ANEXO T**), no se observó ningún efecto sobre la duración de las etapas de crecimiento de las cuatro variedades de fresa bajo los dos sistemas semihidropónicos. Solo se detectaron diferencias significativas entre las variedades según el análisis de varianza, con un coeficiente de variación de 0.97%. Por lo tanto, el cálculo de los requerimientos de agua se basó únicamente en la variedad y no en el sistema semihidropónico.

Tabla 1-3: Análisis de varianza para la temperatura interna de los tratamientos

F. V	gl	CM	p-valor	Significancia
Repetición	3	0,02	0.8047	ns
Variedad	3	0.18	0.0446	*
Sistemas semihidropónicos	1	0.04	0.4235	ns
Variedad x Sistemas semihidropónicos	3	0.05	0.4641	ns
Error	21	0.06		
Total	31			
CV		0.97%		

p-valor: >0.01 y <0.05 = * (significativo)

Realizado por: Cacoango, Jessica, 2023.

Tabla 2-3: Prueba de Tukey al 5% para la temperatura interna en las variedades.

Variedad	Promedio (°C)	Rango
Albión	24.70	A
San Andreas	24.68	A B
Monterey	24.61	A B
Cabrillo	24.60	B

Realizado por: Cacoango, Jessica, 2023.

De acuerdo con Rawson y Gómez, (2001, pp.91) las altas temperaturas alteran la tasa de desarrollo de las plantas, a través de sus distintas fases fenológicas, acelerando sus procesos fisiológicos. La temperatura ideal a la que la raíz de la fresa debe encontrarse entre 20 a 35°C, si la temperatura es menor a 10°C o mayor a los 35°C el crecimiento se vuelve lento y entra en un periodo de latencia (PictureThis, 22, párr. 3)

4.3. Identificación y duración de los estados fenológicos de las cuatro variedades de fresa

La duración e identificación de las etapas fenológicas de las cuatro variedades de fresa en estudio se realizó mediante la observación en campo.

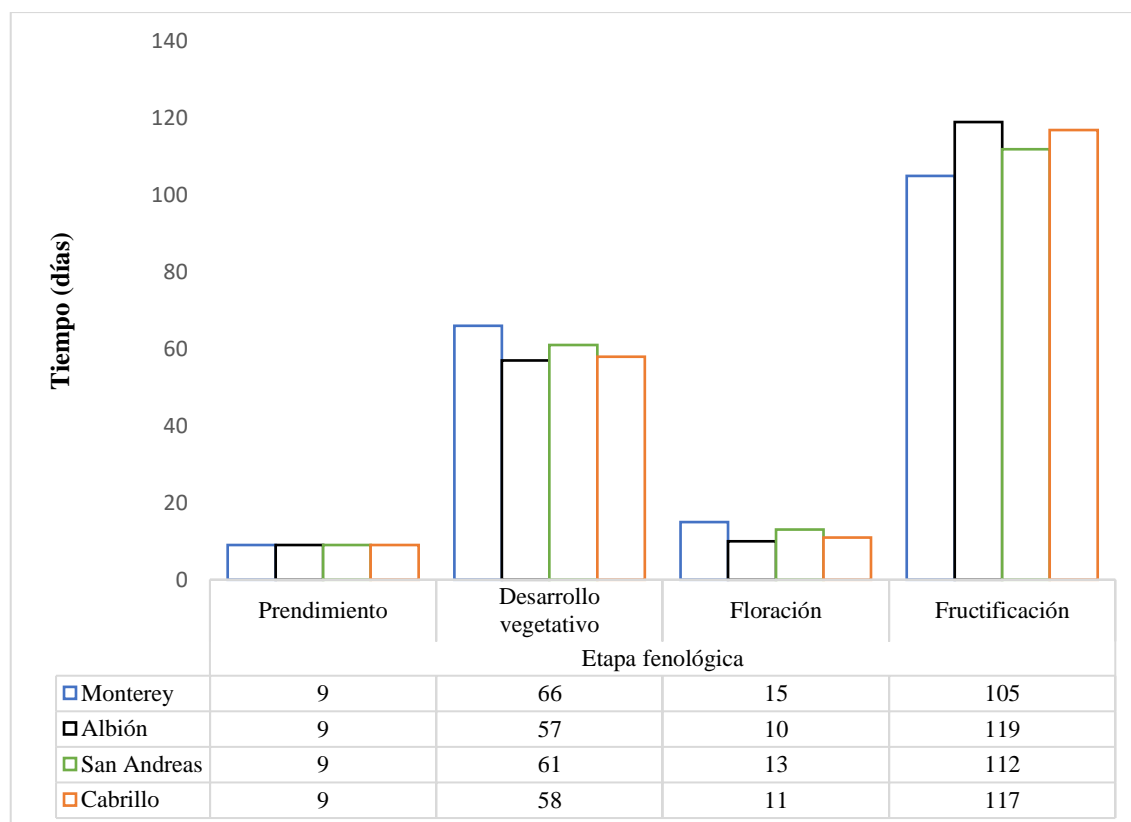


Ilustración 2-4: Duración de las etapas fenológicas de las cuatro variedades de fresa en estudio

Realizado por: Cacoango, Jessica, 2023.

Etapa de prendimiento: se la determinó desde el momento en que se realizó el trasplante, hasta el día en el que el cultivo presente la primera hoja totalmente abierta, en esta investigación las cuatro variedades tuvieron una duración de 9 días, ya que todas se las trasplantó en el mismo día.

Etapa de desarrollo vegetativo: esta etapa empezó a partir de la primera hoja totalmente abierta, en esta etapa se identificó una subetapa, como es la aparición del estolón, sin embargo a esta sub etapa no se la pudo detallar por descuido, sin embargo, se identificó el terminó de esta etapa de desarrollo vegetativo que terminó con la aparición del órgano floral en la base de la corona, en el gráfico 3-2 podemos observar que la variedad que tuvo un desarrollo vegetativo largo es Monterey con 66 días de duración, seguido de la variedad San Andreas con una duración de 61 días, las variedades Albión y Cabrillo tuvieron un periodo de desarrollo vegetativo de 57 y 58 días

respectivamente, lo que concuerda con lo estipulado por Agrícola Llahuen (2017, pp, 1-7) que las variedades con mayor precocidad son Albión y Cabrillo.

Etapa de floración: Esta etapa comenzó con la aparición del órgano floral y terminó con la caída de los pétalos, como podemos observar en el gráfico las variedades Monterey y San Andreas obtuvieron una duración de esta fase de 15 y 13 días respectivamente, mientras que las variedades Albión y Cabrillo tuvieron una duración de 10 y 11 días respectivamente.

Etapa de fructificación: Esta etapa empezó con el cuaje y maduración de la fruta, pudiéndose repetir tanto la etapa de floración y fructificación por varios ciclos, hasta la senescencia de la planta o variedad, Las variedades de Albión y Cabrillo tuvieron una duración de 119 y 117 días respectivamente, mientras que las variedades Monterey y San Andreas tuvieron una duración de 105 y 112 días respectivamente. Estos son los días hasta donde se pudo llevar a cabo la investigación, el periodo de investigación tuvo una duración de 195 días a partir de su trasplante para las cuatro variedades en estudio.

4.3.1. Determinación del Coeficiente de cultivo para las cuatro variedades

4.3.1.1. Coeficiente de cultivo (Kc) para la variedad Monterey

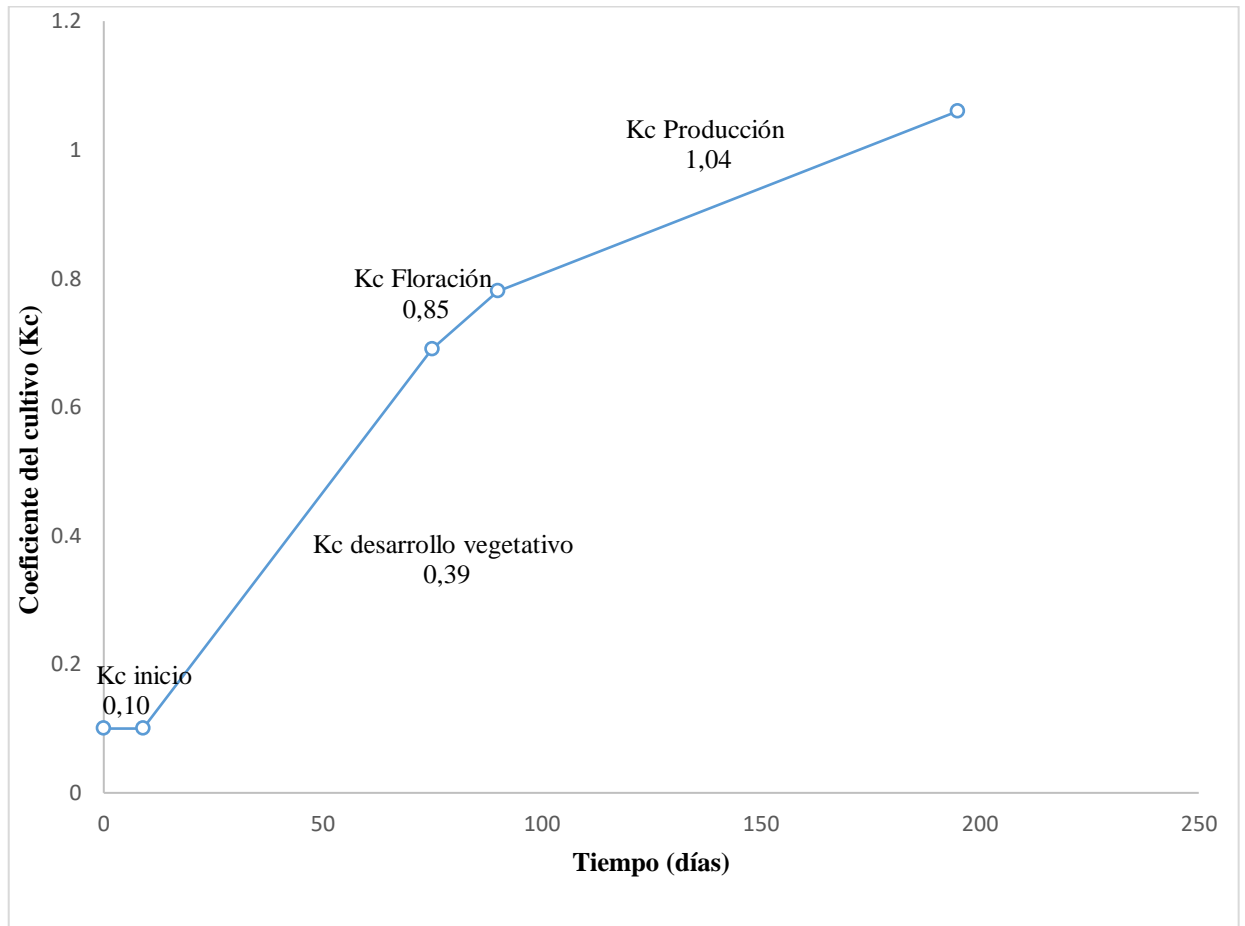


Ilustración 3-4: Coeficiente de cultivo (Kc) para la variedad Monterey

Realizado por: Cacoango, Jessica, 2023.

Para la variedad Monterey, la fase de prendimiento tuvo una duración de 9 días con un coeficiente de cultivo (Kc) de 0.10 y un Eto de 6,32 mm/día, la fase de desarrollo vegetativo tuvo una duración de 66 días donde se obtuvo un Kc de 0.39 con una Eto de 3.82 mm/día, mientras que la fase de floración tuvo una duración de 15 días con un Kc de 0,85 y una Eto de 4,03 mm/día y finalmente en la fase de producción se obtuvo un Kc de 1,04 con una duración de 105 días y una Eto de 3,81 mm/día , obteniendo 195 días de evaluación.

4.3.1.2. Coeficiente del cultivo (Kc) para la variedad Albión

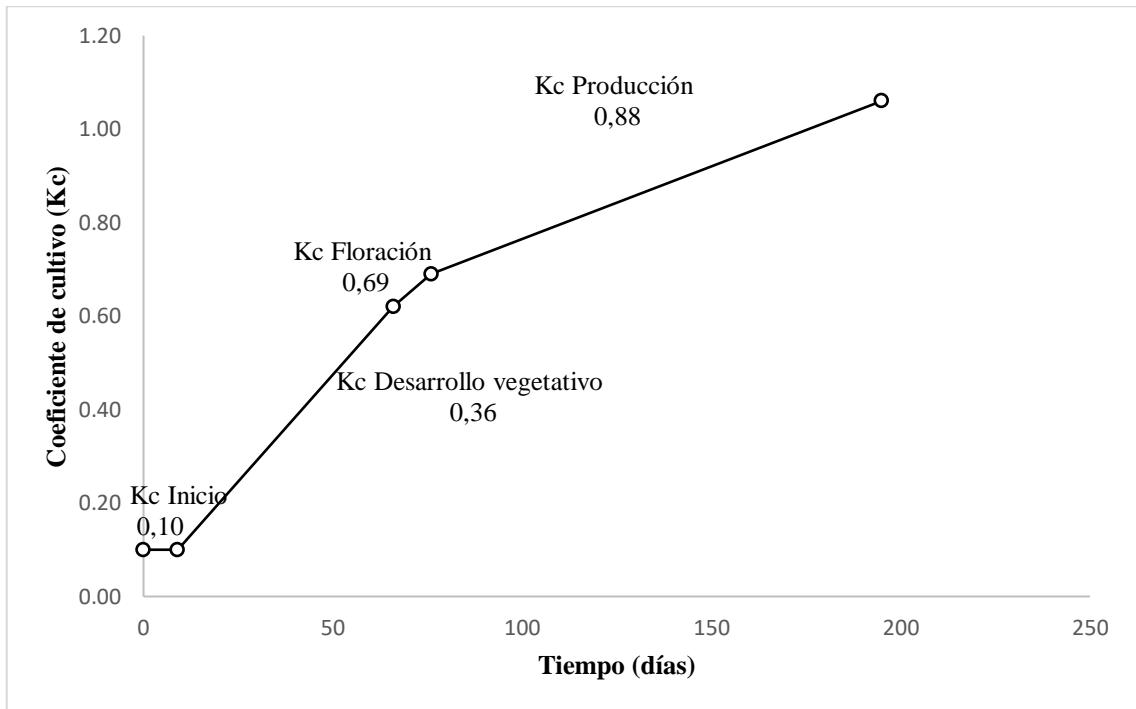


Ilustración 4-4: Coeficiente de cultivo (Kc) para la variedad Albión

Realizado por: Cacoango, Jessica, 2023.

Para la variedad Albión, la fase de prendimiento tuvo una duración de 9 días con un coeficiente de cultivo (Kc) de 0.10, la fase de desarrollo vegetativo tuvo una duración de 57 días donde se obtuvo un Kc de 0.36. La fase de floración duró 10 días con un valor de Kc de 0,69, mientras que la fase de producción tuvo un Kc de 0,88 y duró 119 días. El período total de evaluación fue de 195 días.

4.3.1.3. Coeficiente del cultivo (K_c) para la variedad San Andreas

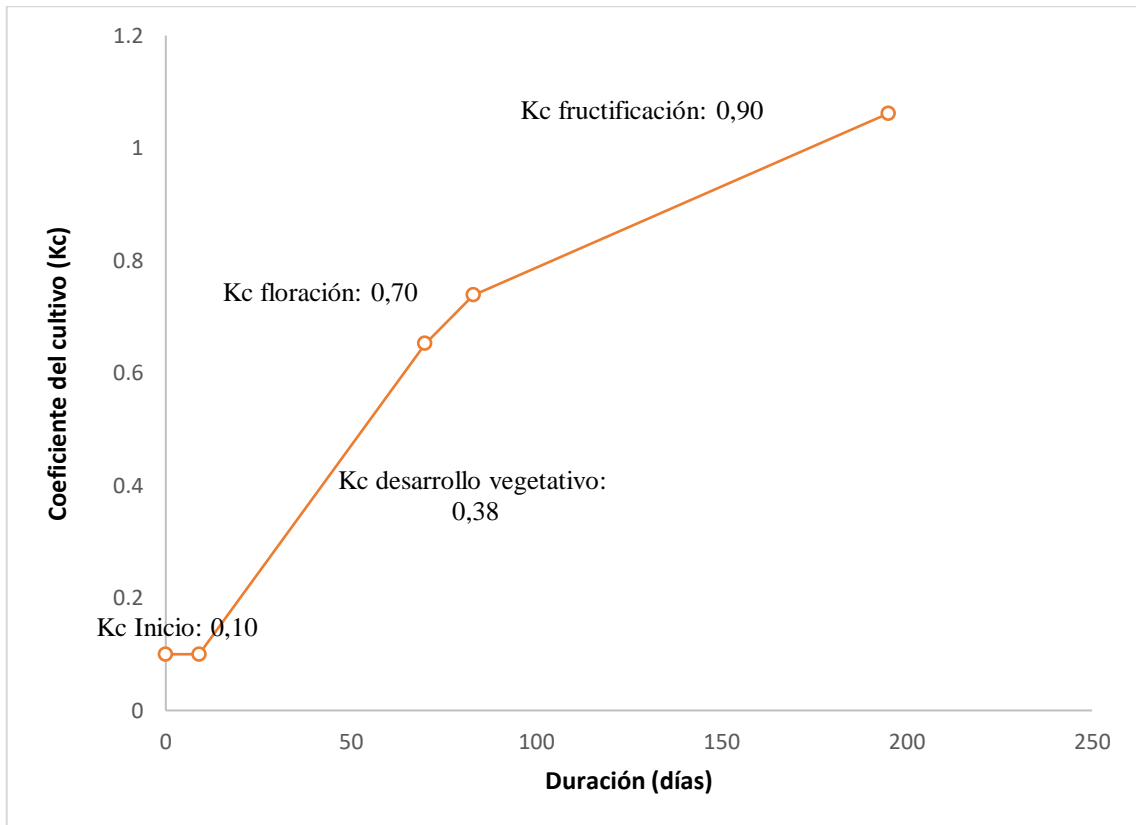


Ilustración 5-4: Coeficiente de cultivo (K_c) para la variedad San Andreas

Realizado por: Cacoango, Jessica, 2023.

Para la variedad San Andreas, la fase de prendimiento tuvo una duración de 9 días con un coeficiente de cultivo (K_c) de 0,10 y un Eto de 6,32 mm/día, la fase de desarrollo vegetativo tuvo una duración de 61 días donde se obtuvo un K_c de 0,38 con una Eto de 3,79 mm/día, mientras que la fase de floración tuvo una duración de 13 días con un K_c de 0,70 y una Eto de 4,19 mm/día y finalmente en la fase de producción se obtuvo un K_c de 0,90 con una duración de 112 días y una Eto de 3,81 mm/día, obteniendo 195 días de evaluación.

4.3.1.4. Coeficiente del cultivo (K_c) para la variedad Cabrillo

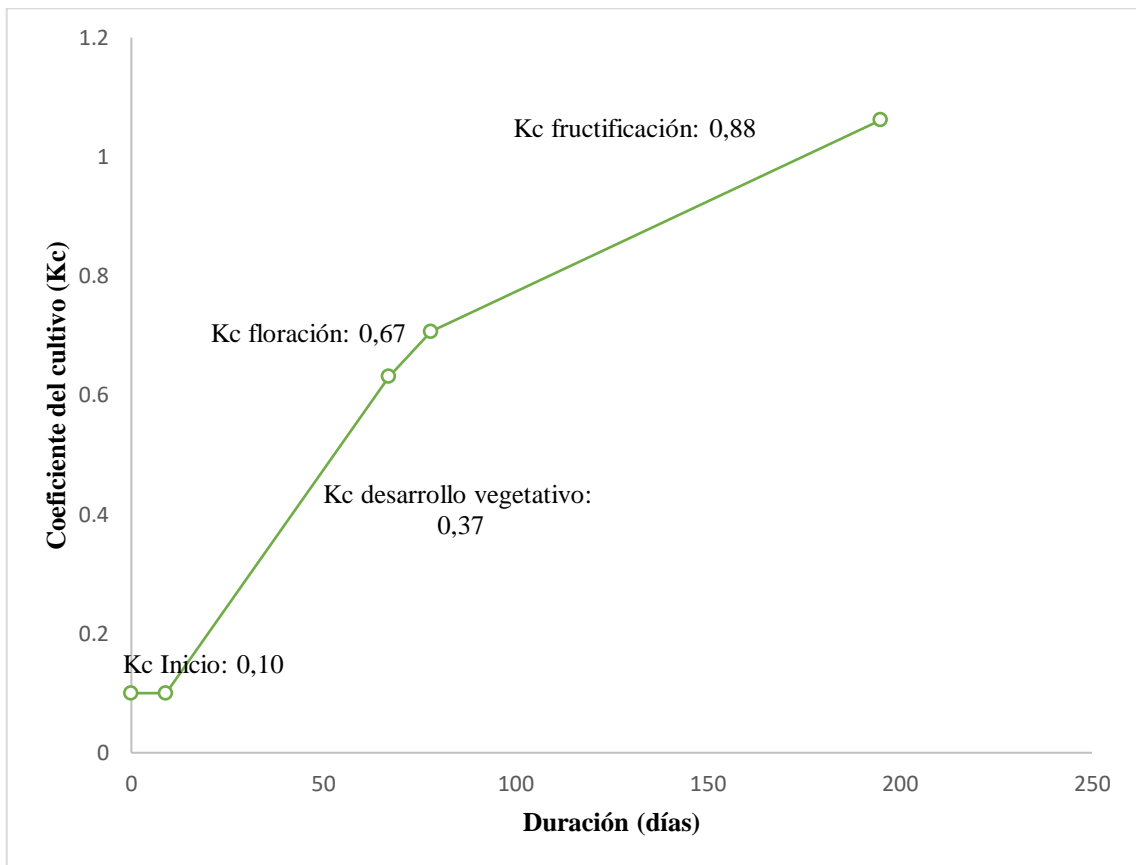


Ilustración 6-4: Coeficiente de cultivo (K_c) para la variedad Cabrillo

Realizado por: Cacoango, Jessica, 2023.

Para la variedad Cabrillo, la fase de prendimiento tuvo una duración de 9 días con un coeficiente de cultivo (K_c) de 0.10 y un Eto de 6,32 mm/día, la fase de desarrollo vegetativo tuvo una duración de 58 días donde se obtuvo un K_c de 0.37 con una Eto de 3.74 mm/día, mientras que la fase de floración tuvo una duración de 11 días con un K_c de 0,67 y una Eto de 3,91 mm/día y finalmente en la fase de producción se obtuvo un K_c de 0,88 con una duración de 117 días y una Eto de 3,87 mm/día, obteniendo 195 días de evaluación.

4.3.2. Programación de riego

La programación de riego nos ayudó a determinar los requerimientos hídricos de las cuatro variedades de fresa de acuerdo con sus etapas fenológicas, para esto se necesitó de las fórmulas que se describen en el apartado 2.4.2.1. del capítulo II de esta investigación y del registro diario de la evaporación dentro del invernadero (**ANEXO B**).

4.3.2.1. Programación de riego para la variedad Monterey bajo cubierta

Tabla 3-3: Programación de riego para la variedad Monterey bajo cubierta

Fase fenológica	Días	Ev (mm/día)	Kp	Eto (mm/día)	Kc	Etc (mm/m ²)	Lb (mm)	Vr (L)	Vr (L/planta/día)
Prendimiento	9	4,56	0,65	2,96	0,10	0,18	0,20	25	0,029
Desarrollo vegetativo	66	3,63	0,65	2,35	0,39	0,59	0,65	81,25	0,095
Floración	15	3,60	0,65	2,34	0,85	1,29	1,43	178,75	0,210
Fructificación	105	3,71	0,65	2,41	1,04	1,62	1,80	225,00	0,265

Realizado por: Cacoango, Jessica, 2023.

A medida que avanza el desarrollo del cultivo los valores del Kc aumentan, lo que conlleva a un aumento en el requerimiento hídrico representado por la Etc, como se puede ver en la Tabla 3-3 el valor de la Etc en la fase de prendimiento es de 0,18 mm/m², para suplir este requerimiento se aplicó una lámina de riego de 0.029 /planta/día, en la etapa de desarrollo vegetativo la Etc fue de 0.59 mm/m² aplicando una lámina de 0.95 L/planta/día, sin embargo para la etapa de floración y fructificación hay un mayor efecto del cultivo por transpiración y menor efecto del ambiente por evaporación, donde la Etc para floración fue de 1.29 mm/m², con una lámina de 0.210 L/planta/día, y finalmente para fructificación la Etc fue de 1.62 con una lámina de 0,265 L/planta/día.

4.3.2.2. Programación de riego para la variedad Albión bajo cubierta

Tabla 4-3: Programación de riego para la variedad Albión bajo cubierta

Fase fenológica	Días	Ev (mm/día)	Kp	Eto (mm/día)	Kc	Etc (mm/m ²)	Lb (mm)	Vr (L)	Vr (L/planta/día)
Prendimiento	9	4.56	0.65	2.96	0.10	0.18	0.20	25	0.029
Desarrollo vegetativo	57	3.28	0.65	2.13	0.36	0.50	0.55	68.75	0.081
Floración	10	4.50	0.65	2.92	0.69	1.30	1.44	184.32	0,217
Fructificación	119	3.70	0.65	2.40	0.88	1.37	1.52	190.00	0.224

Realizado por: Cacoango, Jessica, 2023.

Como se puede ver en la Tabla 4-3 el valor de la Etc en la fase de prendimiento es de 0.18 mm/m², para suplir este requerimiento se aplicó una lámina de riego de 0.029 /planta/día, en la etapa de desarrollo vegetativo la Etc fue de 0.50 mm/m² aplicando una lámina de 0.081 L/planta/día, sin

embargo, la Etc para floración fue de 1.30 mm/m², con una lámina de 0.217 L/planta/día, y finalmente para fructificación la Etc fue de 1.37 con una lámina de 0,224 L/planta/día.

4.3.2.3. Programación de riego para la variedad San Andreas bajo cubierta

Tabla 5-3: Programación de riego para la variedad San Andreas bajo cubierta

Fase fenológica	Días	Ev (mm/día)	Kp	Eto (mm/día)	Kc	Etc (mm/m ²)	Lb (mm)	Vr (L)	Vr (L/planta/día)
Prendimiento	9	4.56	0.65	2.96	0.10	0.18	0.20	25	0.029
Desarrollo vegetativo	61	3.61	0.65	2.34	0.38	0.57	0.63	78.75	0.092
Floración	13	3.54	0.65	2.30	0.70	1.04	1.15	143.75	0.169
Fructificación	112	3.72	0.65	2.41	0.90	1.40	1.55	193.75	0.228

Realizado por: Cacoango, Jessica, 2023.

Como se puede ver en la Tabla 5-3 el valor de la Etc en la fase de prendimiento es de 0,18 mm/m², para suplir este requerimiento se aplicó una lámina de riego de 0.029 /planta/día, en la etapa de desarrollo vegetativo la Etc fue de 0.57 mm/m² aplicando una lámina de 0.092 L/planta/día, sin embargo, la Etc para floración fue de 1.04 mm/m², con una lámina de 0.169 L/planta/día, y finalmente para fructificación la Etc fue de 1.40 con una lámina de 0.228 L/planta/día.

4.3.2.4. Programación de riego para la variedad Cabrillo bajo cubierta

Tabla 6-3: Programación de riego para la variedad Cabrillo bajo cubierta

Fase fenológica	Días	Ev (mm/día)	Kp	Eto (mm/día)	Kc	Etc (mm/m ²)	Lb (mm)	Vr (L)	Vr (L/planta/día)
Prendimiento	9	4.56	0.65	2.96	0.10	0.18	0.20	25	0.029
Desarrollo vegetativo	58	3.48	0.65	2.26	0.37	0.54	0.60	75	0.088
Floración	11	4.27	0.65	2.77	0.67	1.20	1.33	166.25	0.196
Fructificación	117	3.72	0.65	2.41	0.88	1.37	1.52	190	0.224

Realizado por: Cacoango, Jessica, 2023.

Como se puede ver en la Tabla 6-3 el valor de la Etc en la fase de prendimiento es de 00.18 mm/m², para suplir este requerimiento se aplicó una lámina de riego de 0.029 /planta/día, en la etapa de desarrollo vegetativo la Etc fue de 0.54 mm/m² aplicando una lámina de 0.088 L/planta/día, sin embargo, la Etc para floración fue de 1.20 mm/m², con una lámina de 0.196

L/planta/día, y finalmente para fructificación la Etc fue de 1.37 con una lámina de 0.224 L/planta/día.

4.4. Requerimientos nutricionales para las cuatro variedades de fresa

3.2.1. *Requerimientos nutricionales: etapa de prendimiento y desarrollo vegetativo*

Tabla 7-3: Requerimientos nutricionales para la etapa de prendimiento y desarrollo del cultivo

Variedad	Nutrientes (ppm o mg/L)						
	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe
Monterey	187	9	116	67	24	9	143
Albi3n	174	14	110	73	27	10	143
San Andreas	186	13	126	87	28	10	143
Cabrillo	181	15	126	76	26	10	143

Realizado por: Cacoango, Jessica, 2023.

Rodríguez (2017, pp. 56-70) dice que el nitr3geno es uno de los elementos de mayor consumo durante la etapa de crecimiento y desarrollo del cultivo, indicando que las variedades Monterey y San Andreas son variedades de mayor demanda de nitr3geno, ya que se caracterizan por ser m3s vigorosas y tener un crecimiento inicial fuerte.

De acuerdo con Rodr3guez (2017, pp. 56-70) el requerimiento de f3sforo en la etapa inicial de la fresa es baja, sin embargo, el potasio al igual que el nitr3geno son elemento de mayor influencia en el desarrollo del cultivo y son los elemento que m3s requiere la planta en esta fase.

El potasio al igual que el nitr3geno y calcio, son los elementos que m3s necesita el cultivo para que tengan un buen desarrollo.

S3nchez (2017; citado en Guacapiña, 2020, pp. 83-90) el calcio es el tercer nutriente de mayor demandan del cultivo, ya que en 3poca de crecimiento de estol3n la absorci3n de este elemento incrementa considerablemente

Rodr3guez (2017, pp. 56-70) menciona que la planta demanda de mayor concentraci3n de hierro cuando esta se encuentra en formaci3n de estol3n

3.2.2. *Requerimientos nutricionales: etapa de floración y fructificación*

Tabla 8-3: Requerimientos nutricionales para la etapa de floración y fructificación

Variedad	Nutrientes (ppm o mg/L)						
	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe
Monterey	96	46	120	98	30	12	105
Albión	137	55	130	116	36	18	105
San Andreas	115	61	126	150	36	17	105
Cabrillo	140	50	130	127	34	20	105

Realizado por: Cacoango, Jessica, 2023.

La demanda de nutrientes está relacionada con la curva de crecimiento de la planta, de tal forma que a mayor acumulación de materia seca mayor es la absorción de los nutrientes (Molina et al, 1993, pp. 67-73).

Yamasaki (2013; citado en Rodríguez, 2017, pp. 56-70) menciona que al cultivo de fresa se lo debe de limitar en el aporte de nitrógeno para que exista una inducción en la floración, ya que al existir exceso de este elemento los frutos se vuelven suculentos con poca firmeza. Eurosemillas (2017, párr. 1) para la variedad San Andreas recomienda bajar la dosis de nitrógeno y subir la cantidad de potasio y fósforo.

Rodríguez (2017, pp. 56-70) el fósforo en la etapa de floración y producción existe una mayor demanda de este elemento ya que está ligado a la transferencia de energía durante la fotosíntesis y metabolismo del carbono.

Molina et al. (1993; citado en Rodríguez, 2017, pp. 56-70) sostiene que el potasio en la fase de fructificación es el elemento con mayor demanda por la fresa, ya que está relacionado con el rendimiento, sabor de la fruta y calibre. SQM nutrition (2020, párr. 1) dice que promueve una brotación más temprana de yemas y desarrollo rápido de flores.

La demanda de calcio en esta fase aumenta ya que este participa en la estabilización de la pared celular (importante en la firmeza de los frutos) (Kirschbaum, 2006, pp. 1-11).

Al igual que los demás elementos, la demanda del magnesio aumenta, ya que si se presenta algún tipo de deficiencia los frutos no alcanzaran a plenitud su color rojizo ya que este elemento participa en la síntesis de carotenos y lípidos (Grupo Fragaria, 2021b, párr. 10-15).

Rodríguez (2017, pp. 56-70) el mayor consumo de azufre se da en esta fase, lo que puede relacionarse con la producción de los compuestos azufrados los mismo que intervienen en el sabor y aroma de la fruta, mientras que el hierro por su parte.

4.5. Programación de riego y nutrición para las cuatro variedades de fresa

Tabla 9-3: Programación de riego para las cuatro variedades de fresa

Fase	Variedad			
	Monterey	Albi3n	San Andreas	Cabrillo
	m³/ha/fase			
Prendimiento	20.88	20.88	20.88	20.88
Desarrollo vegetativo	501.60	369.36	448.96	408.32
Floraci3n	252.00	173.60	175.76	172.48
Fructificaci3n	2209.20	2132.48	2042.88	2096.64
TOTAL	2983.68	2686.32	2688.48	2698.32

Realizado por: Cacoango, Jessica, 2023.

En la tabla 4-3 se puede observar que la programaci3n de riego para la variedad Monterey es de 20.88 m³/ha para la fase de prendimiento (9 d3as), para su fase de desarrollo vegetativo (66 d3as) 501.60 m³/ha, para su fase de floraci3n (15 d3as) 252.00 m³/ha y fructificaci3n (105 d3as) 2209.20 m³/ha.

Para la variedad Albi3n la fase de prendimiento (9 d3as) 20.88 m³/ha, para su fase de desarrollo vegetativo (57 d3as) 369.36 m³/ha y para su fase de floraci3n (10 d3as) 173.60 m³/ha y fructificaci3n (119 d3as) 2132.48 m³/ha

Para la variedad San Andreas la fase de prendimiento (9 d3as) 20.88 m³/ha, para su fase de desarrollo vegetativo (62 d3as) 448.96 m³/ha, para su fase de floraci3n (13 d3as) 175.76 m³/ha y fructificaci3n (112 d3as) 2042.88 m³/ha.

Finalmente, para la variedad Cabrillo la fase de prendimiento (9 d3as) 20.88 m³/ha, para su fase de desarrollo vegetativo (58 d3as) 408.32 m³/ha, para su fase de floraci3n (11 d3as) 172.48 m³/ha y fructificaci3n (117 d3as) 2096.64 m³/ha.

Tabla 10-3: Programación de nutrición para las cuatro variedades de fresa

Variedad	Fase	ppm o mg/l						
		N	P	K	Ca	Mg	S	Fe
Monterey	Prendimiento y desarrollo	187	9	116	67	24	9	143
	Floración y fructificación	96	46	120	98	30	12	105
	Total	283	55	236	165	54	21	248
Albión	Prendimiento y desarrollo	174	14	110	73	27	10	143
	Floración y fructificación	137	55	130	116	36	18	105
	Total	311	69	240	189	63	28	248
San Andreas	Prendimiento y desarrollo	186	13	126	87	28	10	143
	Floración y fructificación	115	61	126	150	36	17	105
	Total	301	74	252	237	64	27	248
Cabrillo	Prendimiento y desarrollo	181	15	126	76	26	10	143
	Floración y fructificación	140	50	130	127	34	20	105
	Total	321	65	256	203	60	30	248

Realizado por: Cacoango, Jessica, 2023.

Dentro de los requerimientos nutricionales la variedad Monterey es necesario de dotar para su fase de prendimiento y desarrollo de N:187, P: 9, K: 116, Ca: 67, Mg: 24, S: 9, Fe 143 en ppm respectivamente, mientras que para su fase de floración y fructificación N: 96, P: 46, K: 120, Ca: 98, Mg: 30, S: 12, Fe: 105 en ppm respectivamente.

Para la variedad Albión es necesario de dotar para su fase de prendimiento y desarrollo de N: 174, P: 14, K: 110, Ca: 73, Mg: 27, S: 10, Fe: 143 en ppm respectivamente, mientras que para su fase de floración y fructificación de N: 137, P: 55, K: 130, Ca: 116, Mg: 36, S: 18, Fe: 105 en ppm respectivamente

Para la variedad San Andreas es necesario de dotar para su fase de prendimiento y desarrollo de N: 186, P: 13, K: 126, Ca: 87, Mg: Mg: 28, S: 10, Fe: 143 en ppm respectivamente, mientras que para su fase de floración y fructificación de N: 115, P: 61, K: 126, Ca: 150, Mg: 36, S: 17, Fe: 105 en ppm respectivamente.

Para la variedad Cabrillo es necesario de dotar para su fase de prendimiento y desarrollo de N: 181, P: 15, K: 126, Ca: 76, Mg: 26, S: 10, Fe: 143 en ppm respectivamente, mientras que para su fase de floración y fructificación de N: 140, P: 50, K: 130, Ca: 127, Mg: 34, S: 20, Fe: 105 en ppm, respectivamente.

4.6. Variables y métodos de evaluación

4.6.1. Porcentaje de prendimiento

De acuerdo con el análisis de varianza realizado no se encontró diferencias significativas entre repetición, variedades, sistemas semihidropónicos ni entre la interacción variedad X sistemas semihidropónicos, con un coeficiente de variación del 1.87%

Tabla 11-3: Análisis de varianza del porcentaje de prendimiento a los 15 ddt

F. V	gl	CM	p-valor	Significancia
Repetición	3	0.78	0.8723	ns
Variedades	3	5.11	0.2372	ns
Sistemas semihidropónicos	1	2.53	0.3947	ns
Variedad x Sistemas semihidropónicos	3	2.78	0.4925	ns
Error	21	3.35		
Total	31			
CV		1.87%		

p-valor: >0.01 y >0.05 = ns (no significativo)

Realizado por: Cacoango, Jessica, 2023.

A pesar de que existe diferencias numéricas, no se registró diferencias estadísticas, la variedad Cabrillo obtuvo un porcentaje de prendimiento del 98.63%, Monterey con 98.50%, Albión con 97.88% y San Andreas con un prendimiento de 96.88%. Esta información es muy cercana con la obtenido por Yauricasa (2019, pp. 30-48), donde en los resultados de su trabajo de titulación obtiene un porcentaje de prendimiento del 96.67% para la variedad Albión en sustrato, de acuerdo con Agrícola Llahuen (2017, pp. 1-8) el poder de prendimiento de todas sus variedades es como mínimo del 95%.

4.6.2. Altura de la planta

4.6.2.1. Altura de planta a los 30 días después del trasplante (ddt)

El análisis ANOVA de altura de planta a los 30 ddt mostró diferencias significativas entre variedades, con un coeficiente de variación de 4.01%.

Tabla 12-3: Análisis de varianza para la altura de planta a los 30 ddt

F. V	gl	CM	p-valor	Significancia
Repetición	3	0.31	0.3132	ns
Variedades	3	12.36	<0.0001	**
Sistemas semihidropónicos	1	0.16	0.4242	ns
Variedad x Sistemas semihidropónicos	3	0.16	0.5856	ns
Error	21	0.25		
Total	31			
CV	4.01%			

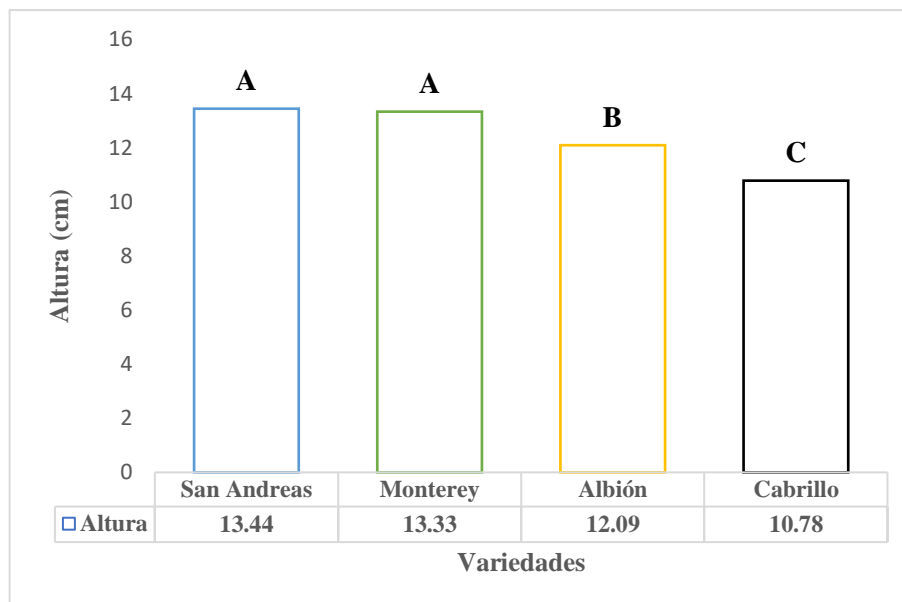
p-valor: <0.01 y <0.05 = ** (altamente significativo)

Realizado por: Cacoango, Jessica, 2023.

Tabla 13-3: Prueba de Tukey al 5% para la altura a los 30 ddt

Variedad	Promedio (cm)	Rango
San Andreas	13.44	A
Monterey	13.33	A
Albi3n	12.09	B
Cabrillo	10.78	C

Realizado por: Cacoango, Jessica, 2023.



Ilustraci3n 7-4: Altura de la planta en cent3metros (cm) a los 30 ddt

Realizado por: Cacoango, Jessica, 2023.

Seg3n la prueba de Tukey al 5% (tabla 8-3), se identificaron tres grupos, con las variedades San Andreas y Monterey en el grupo A con una altura promedio de 13,44 cm y 13,33 cm, respectivamente. La variedad Albion se encuentra en el grupo B con una altura promedio de 12,09 cm, y la variedad Cabrillo se encuentra en el grupo C con una altura promedio de 10,78 cm, esta informaci3n concuerda con la obtenida por Inga (2021, pp. 30-90) y Brice3o (2021, pp. 34-46) donde la variedad que obtuvo la mejor altura fue San Andreas.

4.6.2.2. Altura de la planta a los 60 d3as despu3s del trasplante (ddt)

El an3lisis ANOVA de altura de planta a los 60 ddt revel3 diferencias significativas entre variedades, con un coeficiente de variaci3n de 3.52%.

Tabla 14-3: An3lisis de varianza para la altura de la planta a los 60 ddt

F. V	gl	CM	p-valor	Significancia
Repetici3n	3	0.06	0.8979	ns
Variedad	3	7.39	<0.0001	**
Sistemas semihidrop3nicos	1	0.46	0.2336	ns
Variedad x Sistemas semihidrop3nicos	3	0.33	0.3704	ns
Error	21	0.30		
Total	31			
CV		3.52%		

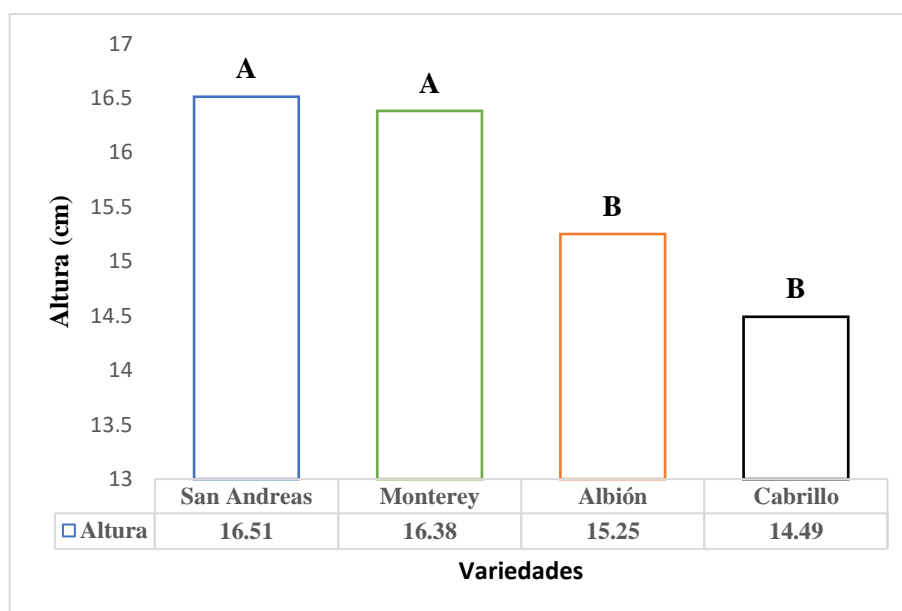
p-valor: <0.01 y <0.05 = ** (altamente significativo)

Realizado por: Cacoango, Jessica, 2023.

Tabla 15-3: Prueba de Tukey al 5% para la altura de planta a los 60 ddt

Variedad	Promedio (cm)	Rango
San Andreas	16,51	A
Monterey	16,38	A
Albi3n	15,25	B
Cabrillo	14,49	B

Realizado por: Cacoango, Jessica, 2023.



Ilustraci3n 8-4: Altura de la planta en cent3metros (cm) a los 60 ddt

Realizado por: Cacoango, Jessica, 2023.

Seg3n la prueba de Tukey al 5% se establecieron 2 grupos: las variedades San Andreas y la variedad Monterey se encuentran en el grupo A con una altura promedio de 16,51 cm y 16,38 cm, respectivamente. Las variedades Albion y Cabrillo se encuentran en el grupo B con una altura promedio de 15,25 cm y 14,49 cm. Esta informaci3n no concuerda con lo encontrado por Quishpe (2012, pp. 53-58) quien report3 que la altura de la planta a los 60 ddt estuvo en un rango entre 10.25 cm a 10.55 cm.

4.6.2.3. Altura de la planta a los 90 d3as despu3s del trasplante (ddt)

El an3lisis de varianza para altura de planta a los 90 ddt mostr3 que la diferencia entre cultivares fue sumamente significativa, con un coeficiente de variaci3n de 1.08%.

Tabla 16-4: Análisis de varianza para la altura de la planta a los 90 ddt

F. V	gl	CM	p-valor	Significancia
Repetición	3	0.10	0.1406	ns
Variedad	3	22.42	<0.0001	**
Sistemas semihidropónicos	1	0.05	0.3011	ns
Variedad x Sistemas semihidropónicos	3	0.04	0.4960	ns
Error	21	0.05		
Total	31			
CV	1.08%			

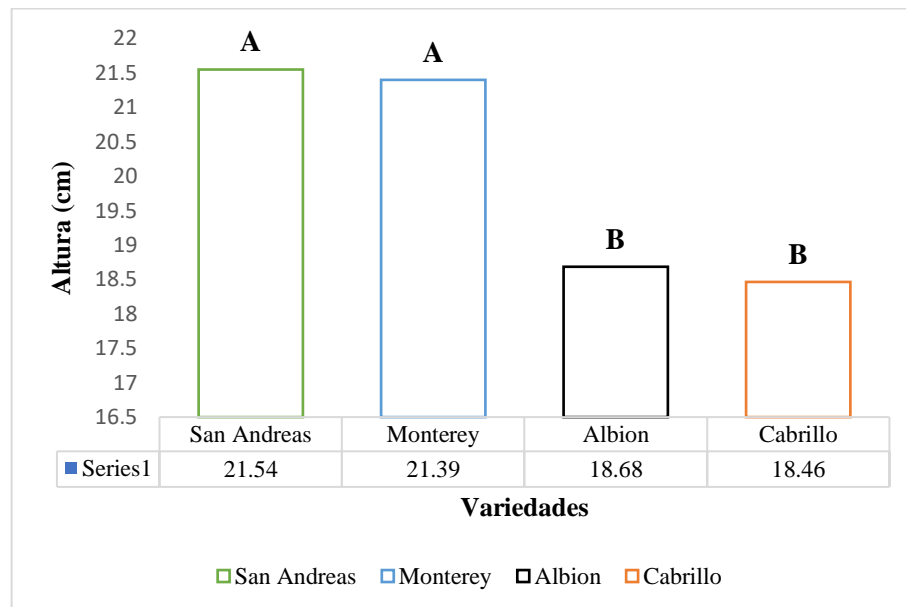
p-valor: <0.01 y <0.05 = ** (altamente significativo)

Realizado por: Cacoango, Jessica, 2023.

Tabla 17-3: Prueba de Tukey al 5% para la altura de la planta a los 90 ddt

Variedad	Promedio (cm)	Rango
San Andreas	21.54	A
Monterey	21.39	A
Albi3n	18.68	B
Cabrillo	18.46	B

Realizado por: Cacoango, Jessica, 2023.



Ilustraci3n 9-4: Altura de la planta en cent3metros (cm) a los 90 ddt

Realizado por: Cacoango, Jessica, 2023.

La prueba de Tukey, identific3 dos rangos: en el rango A se encuentran las variedades San Andreas y la variedad Monterey con una altura promedio de 21.54 y 21.39 cm, respectivamente;

en el rango B se ubican las variedades Albión y Cabrillo con una altura promedio de 18.68 y 18.46 cm, respectivamente.

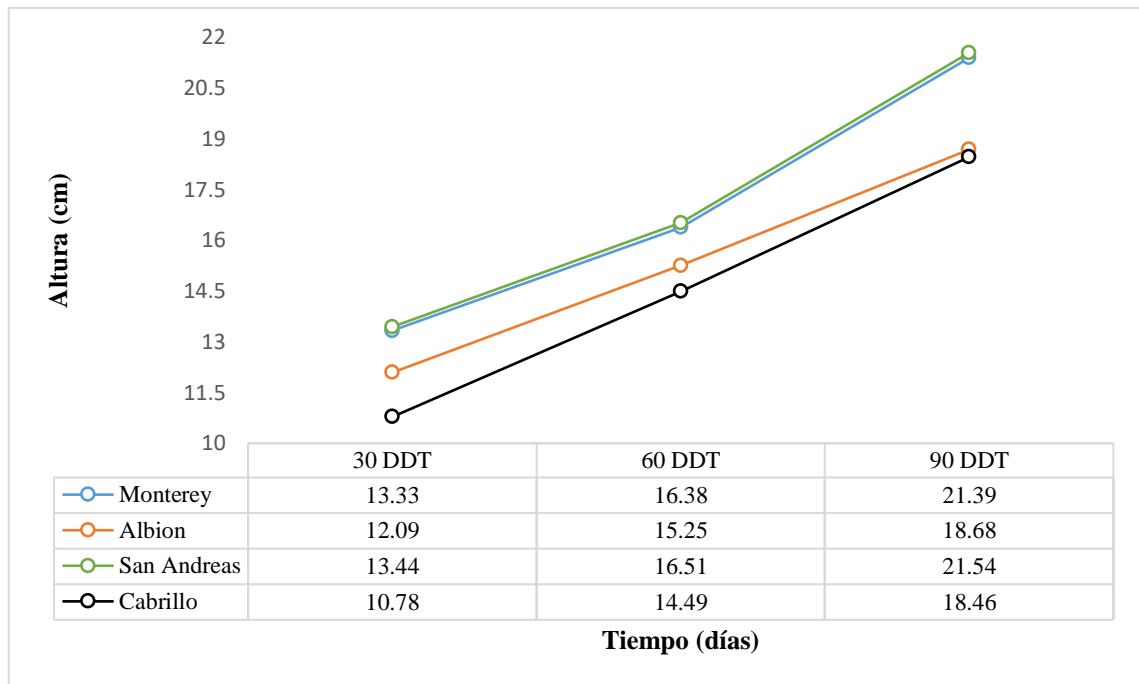


Ilustración 10-4: Altura de la planta en centímetros (cm) a los 30, 60 y 90 ddt

Realizado por: Cacoango, Jessica, 2023.

En el gráfico 10-3 se muestran las alturas registradas a los 30, 60 y 90 días después del trasplante, estos resultados concuerdan con los obtenidos por Inga (2021, pp. 30-90) ya que al igual las variedades San Andreas y Monterey tuvieron el mayor desarrollo en comparación de las otras variedades, Agrícola Llahuen (2017, pp. 1-8), menciona que las variedades Monterey y San Andreas tienen mayor crecimiento inicial, por lo que es necesario el aumento de nitrógeno en la etapa inicial del cultivo, a diferencia de las variedades Albión y Cabrillo que estas poseen un tamaño de planta intermedio. Cajo (2016, pp. 39-45), afirma que la influencia de la aplicación de solución nutritiva correcta al cultivo influye de manera positiva al desarrollo de estos.

4.6.3. Días a la floración

4.6.3.1. Días a la primera floración

El ANOVA mostró que existen diferencias altamente significativas entre variedades, con un coeficiente de variación de 2.70%.

Tabla 18-3: Análisis de varianza para los días a la primera floración

F. V	gl	CM	p-valor	Significancia
Repetición	3	0.08	0.8539	ns
Variedad	3	272.00	<0.0001	**
Sistemas semihidropónicos	1	0.50	0.2260	ns
Variedad x Sistemas semihidropónicos	3	0.17	0.6741	ns
Error	21	0.32		
Total	31			
CV		2.70%		

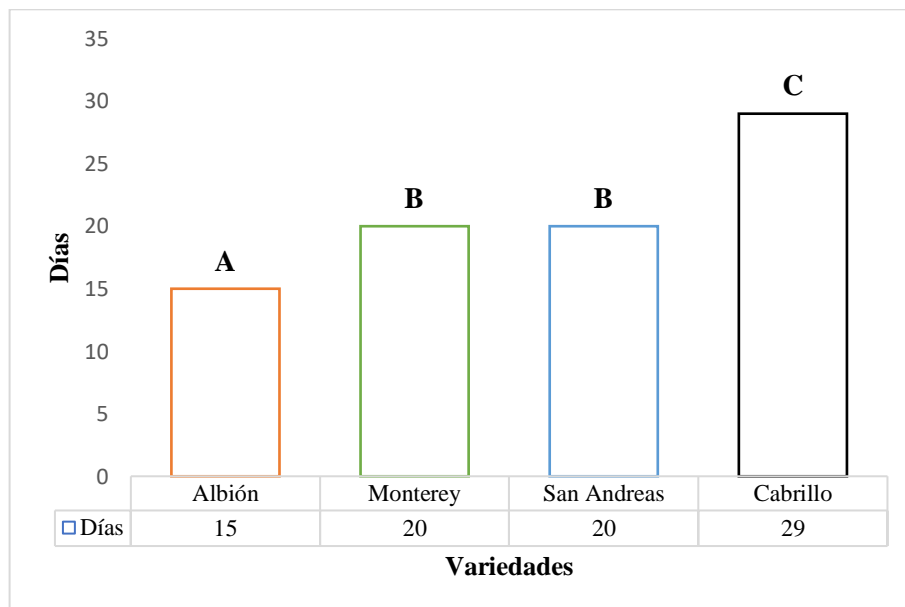
p-valor: <0.01 y <0.05 = ** (altamente significativo)

Realizado por: Cacoango, Jessica, 2023.

Tabla 19-3: Prueba de Tukey al 5% para los días a la primera floración

Variedad	Promedio (días)	Rango
Albi3n	15.00	A
Monterey	20.00	B
San Andreas	20.00	B
Cabrillo	29.00	C

Realizado por: Cacoango, Jessica, 2023.



Ilustraci3n 11-4: Días a la primera floraci3n

Realizado por: Cacoango, Jessica, 2023.

De acuerdo con la prueba de Tukey al 5% para los días a la primera floraci3n, se encontr3 tres rangos, en el rango A se encuentra la variedad Albi3n que se demor3 menos tiempo en entrar a la primera floraci3n con 15 ddt, en el rango B las variedades Monterey y San Andreas con 20 días después del trasplante y San Andreas con 20 días después del trasplante cada una, en el rango C

la variedad Cabrillo con 29 días después del trasplante, la cual es la variedad que tardó más en entrar a la primera floración. Esta información concuerda con la obtenida por Guzmán (2021, pp. 39-45) el mismo que en sus resultados determinó que la variedad Albión en sistema semihidropónico posee una menor precocidad dado que esta variedad obtuvo su primera floración a los 20 ddt, de igual manera, Briceño (2021, pp. 34-46) para la variedad San Andreas su primera flor la obtuvo a los 18.75 ddt.

4.6.3.2. Días a la segunda floración

El ANOVA mostró que existen diferencias altamente significativas entre variedades, con un coeficiente de variación de 1.27%.

Tabla 20-3: Análisis de varianza para días a la segunda floración

F. V	gl	CM	p-valor	Significancia
Repetición	3	1.00	0.3094	ns
Variedad	3	136.67	<0.0001	**
Sistemas semihidropónicos	1	1.13	0.2448	ns
Variedad x Sistemas semihidropónicos	3	0.46	0.6325	ns
Error	21	0.79		
Total	31			
CV		1.27%		

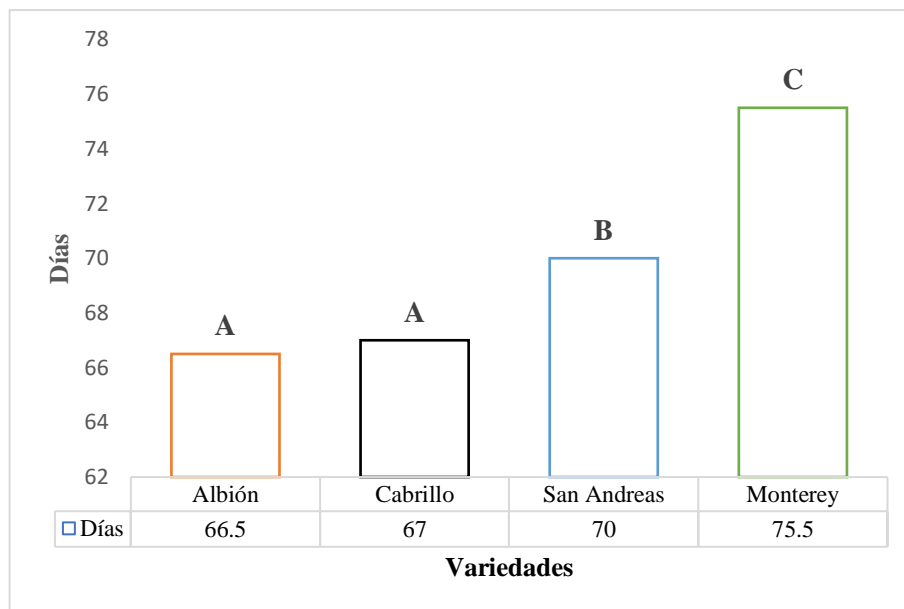
p-valor: <0.01 y <0.05 = ** (altamente significativo)

Realizado por: Cacoango, Jessica, 2023.

Tabla 21-3: Prueba de Tukey al 5% para días a la segunda floración

Variedad	Promedio (días)	Rango
Albión	66.50	A
Cabrillo	67	A
San Andreas	70	B
Monterey	75.50	C

Realizado por: Cacoango, Jessica, 2023.



Ilustraci3n 12-4: Días a la segunda floraci3n

Realizado por: Cacoango, Jessica, 2023.

De acuerdo con la prueba de Tukey al 5% para los días a la segunda floraci3n, se encontr3 tres rangos, en el rango A se encuentran las variedades Albión con un promedio de 66.5 días después del trasplante (ddt) y la variedad Cabrillo con un promedio de 67 días después del trasplante (ddt) las cuáles entraron en floraci3n en menor tiempo, en el rango B se ubica la variedad San Andreas con 70 días después del trasplante (ddt) y en el rango C la variedad Monterey con 75.5 días después del trasplante (ddt), la cual tardo más tiempo en entrar en floraci3n.

De a acuerdo con Canna (2015, párr. 1-5) la temperatura influye en el crecimiento y mucho más en la productividad del cultivo. De acuerdo con Caminiti (2003, pp. 14-15) si el los cultivares de fresa de día Neutro se encuentra en un rango térmico de entre 8°C a 25°C la intensidad de la inducci3n floral será mayor, por ende, su rendimiento también será alta.

4.6.4. Rendimiento de fruta por categoría

4.6.4.1. Rendimiento de fruta: primera categoría

El ANOVA mostr3 que existen diferencias altamente significativas entre variedades, con un coeficiente de variaci3n de 2.74%.

Tabla 22-3: Análisis de varianza para el rendimiento de fruta de primera categoría

F. V	gl	CM	p-valor	Significancia
Repetición	3	14.43	0.3276	ns
Variedad	3	14167	<0.0001	**
Sistemas semihidropónicos	1	159.31	0.0014	**
Variedad x Sistemas semihidropónicos	3	20.07	0.1987	ns
Error	21			
Total	31			
CV	2.74%			

p-valor: <0.01 y <0.05 = ** (altamente significativo)

Realizado por: Cacoango, Jessica, 2023.

Tabla 23-3: Prueba de Tukey al 5% para el rendimiento de fruta de primera categoría

Variedad	Rendimiento (g/planta/20 semanas)	Rango
Albión	169.24	A
Cabrillo	149.82	B
San Andreas	107.01	C
Monterey	75.84	D

Realizado por: Cacoango, Jessica, 2023.

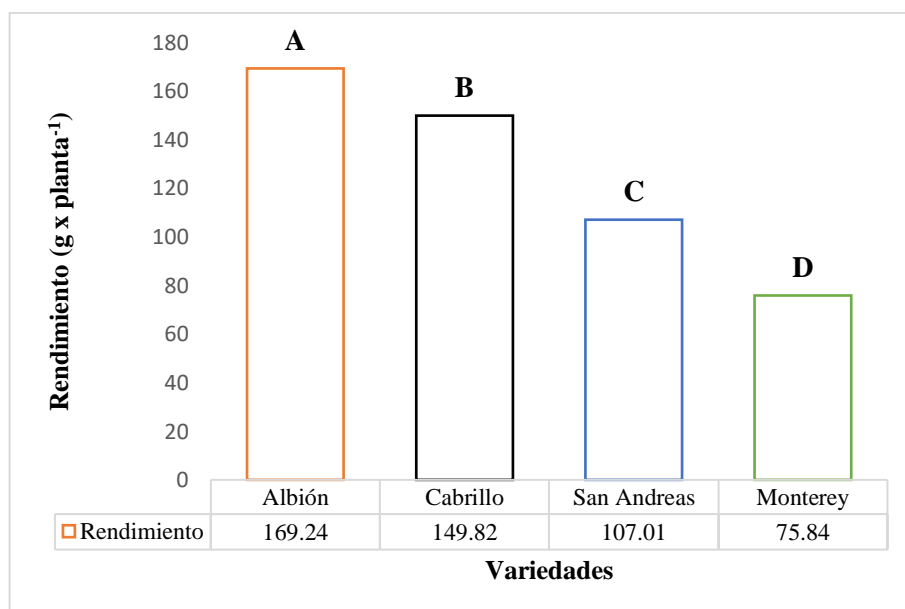


Ilustración 13-4: Rendimiento de fruta de primera categoría de acuerdo con las variedades

Realizado por: Cacoango, Jessica, 2023.

La prueba de Tukey para el rendimiento de fruta de primera categoría mostró cuatro rangos: en el rango A se ubicó la variedad Albión con un rendimiento promedio de 169.24 g/planta⁻¹, en el rango B se ubica la variedad Cabrillo con un promedio de rendimiento de 149.82 g/planta⁻¹, en el rango C se encuentra la variedad San Andreas con una rendimiento de 107.01 g/planta⁻¹ y finalmente en el rango D la variedad Monterey con un rendimiento promedio de fruta de primera categoría de 75.84 g/planta⁻¹, esta información se obtuvo en un periodo de 20 semanas de cosecha, esta información no concuerda con la de Inga (2021, pp. 30-90) ya que las variedades San Andreas y Cabrillo fueron las que obtuvieron un mayor rendimiento de fruta de primera categoría, con un promedio de 202.31g/planta⁻¹ y 176.47 g/planta⁻¹ respectivamente, cabe recalcar que de acuerdo con Días et al. (2017; citado en Fertilab, 2019, pp. 1-3) el Potasio (K) en la fresa es muy necesario para el desarrollo de la fruta, para el incremento de su tamaño y calidad, por lo que en la fase de fructificación es el elemento en que la planta lo necesita en mayor cantidad.

Tabla 24-3: Prueba de Tukey al 5% para el rendimiento de fruta de primera categoría de acuerdo con el sistema semihidropónico

Sistema semihidropónico	Rendimiento (g/planta/20 semanas)	Rango
Canal abierto	127.71	A
Mangas	123.25	B

Realizado por: Cacoango, Jessica, 2023.

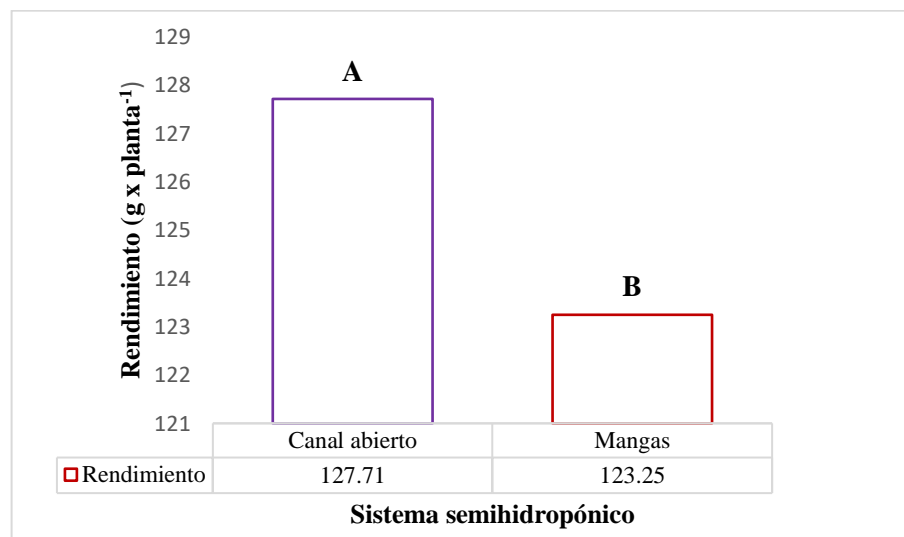


Ilustración 14-4: Rendimiento de fruta de primera categoría de acuerdo con las variedades

Realizado por: Cacoango, Jessica, 2023.

La prueba de Tukey para el rendimiento de fruta de primera categoría en los sistemas semihidropónicos mostró dos rangos, en el rango A se encuentra en sistema semihidropónico de

canal abierto con un rendimiento promedio de 127.71 g/planta⁻¹ y en el rango B se encuentra el sistema en mangas con un rendimiento promedio de 123.25 g/planta⁻¹

La diferencia del rendimiento entre canal abierto con las mangas puede deberse a lo expuesto por López (2021b, párr. 1-4) donde nos aclara que la raíz es un órgano que necesita de oxígeno, es por esta razón que el sustrato sirve como zona de intercambio de aire entre la raíz y la atmósfera, las mangas al ser un sistema cerrado no permite que exista un buen intercambio gaseoso, además, el mismo autor advierte que cuando el sustrato se encuentra con altas temperaturas, la concentración del oxígeno disminuye significativamente provocando que la planta no tenga un buen aprovechamiento de los fertilizantes dotados.

4.6.4.2. Rendimiento de fruta: segunda categoría

El ANOVA evidenció que existen diferencias significativas entre variedades con un coeficiente de variación de 3.50%.

Tabla 25-3: Análisis de varianza para el rendimiento de fruta de segunda categoría

F. V	gl	CM	p-valor	Significancia
Repetición	3	2.04	0.9678	ns
Variedades	3	1108.30	<0.0001	**
Sistemas semihidropónicos	1	260.06	0.0036	**
Variedad x Sistemas semihidropónicos	3	46.29	0.1586	ns
Error	21	24.22		
Total	31			
CV		3.50%		

p-valor: <0.01 y <0.05 = ** (altamente significativo)

Realizado por: Cacoango, Jessica, 2023.

Tabla 26-3: Prueba de Tukey al 5% para el rendimiento de fruta de segunda categoría

Variedad	Rendimiento (g/planta/20 semanas)	Rango
Albión	150.95	A
Cabrillo	147.39	A
San Andreas	139.45	B
Monterey	124.44	C

Realizado por: Cacoango, Jessica, 2023.

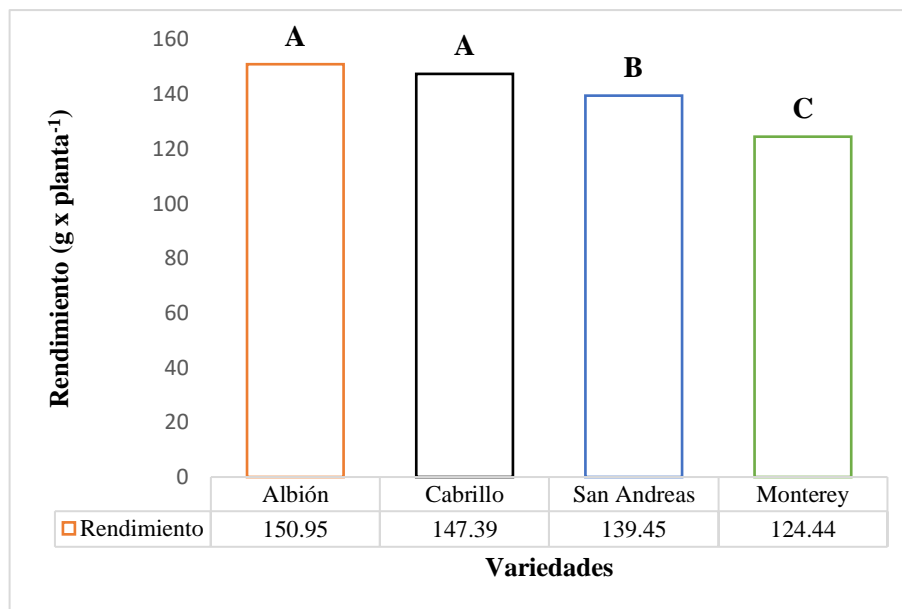


Ilustración 15-4: Rendimiento de fruta de segunda categoría de acuerdo con las variedades

Realizado por: Cacoango, Jessica, 2023.

La prueba de Tukey mostró tres rangos: en el rango A se ubicó la variedad Albión con una rendimiento promedio de $150.95 \text{ g/planta}^{-1}$ y 1 variedad Cabrillo con un rendimiento promedio de $147.39 \text{ g/planta}^{-1}$, en el rango B se encuentra la variedad San Andreas con un promedio de $139.45 \text{ g/planta}^{-1}$ de rendimiento de fruta de segunda categoría y finalmente en el rango C la variedad Monterey con un promedio de $124.44 \text{ g/planta}^{-1}$, en un periodo de 20 semanas de cosecha, esta información no concuerda con la obtenida por Inga (2021, pp. 30-90) ya que la variedad que obtuvo el mejor rendimiento de fruta de segunda categoría fue San Andreas con un promedio de $157.09 \text{ g/planta}^{-1}$.

Tabla 27-3: Prueba de Tukey al 5% para el rendimiento de fruta de segunda categoría

Variedad	Rendimiento (g/planta/20 semanas)	Rango
Canal abierto	143.41	A
Mangas	137.71	B

Realizado por: Cacoango, Jessica, 2023.

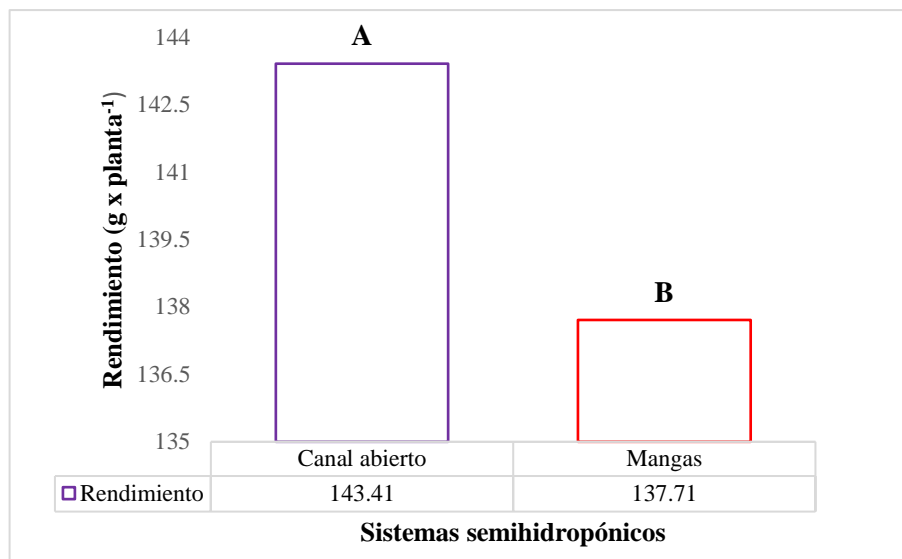


Ilustración 16-4: Rendimiento de fruta de segunda categoría de acuerdo con los sistemas semihidropónicos

Realizado por: Cacoango, Jessica, 2023.

La prueba de Tukey mostró dos rangos, en el rango A se encuentra el sistema en canal abierto con una producción promedio de 143.41 g/planta⁻¹ y en el rango B se encuentra el sistema en mangas con una producción promedio de 137.71 g/planta⁻¹ de fruta de segunda categoría.

4.6.4.3. Rendimiento de fruta: tercera categoría

El ANOVA mostró que existen diferencias altamente significativas entre variedades, con un coeficiente de variación de 0.77%

Tabla 28-3: Análisis de varianza para el rendimiento de fruta de tercera categoría

F. V	gl	CM	p-valor	Significancia
Repetición	3	0.28	0.9770	ns
Variedades	3	122192.04	<0.0001	**
Sistemas semihidropónicos	1	0.36	0.7793	ns
Variedad x Sistemas semihidropónicos	3	10.89	0.0791	ns
Error	21	4.19		
Total	31			
CV		0.77%		

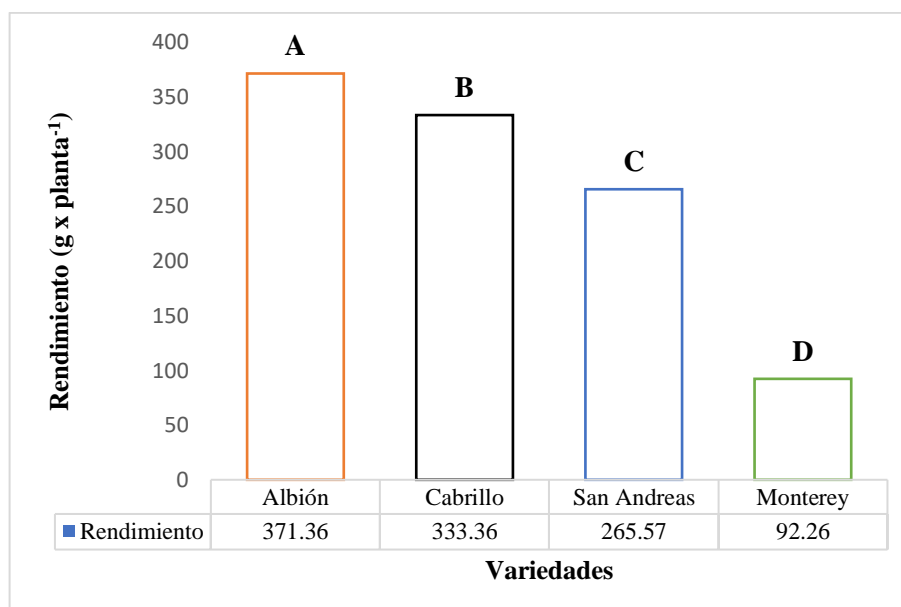
p-valor: <0.01 y <0.05 = ** (altamente significativo)

Realizado por: Cacoango, Jessica, 2023.

Tabla 29-3: Prueba de Tukey al 5% para el rendimiento de fruta de tercera categoría

Variedad	Rendimiento (g/planta/20 semanas)	Rango
Albi3n	371.36	A
Cabrillo	333.36	B
San Andreas	265.57	C
Monterey	92.26	D

Realizado por: Cacoango, Jessica, 2023.



Ilustraci3n 17-4: Rendimiento de fruta de tercera categor3a de acuerdo con las variedades

Realizado por: Cacoango, Jessica, 2023.

La prueba de Tukey mostr3 cuatro rangos, en el rango A se encuentra la variedad Albi3n con un rendimiento promedio de 371.36 g/planta⁻¹ de fruta de tercera categor3a, en el rango B se encuentra la variedad Cabrillo con un rendimiento de 333.36 g/planta⁻¹, en el rango C se encuentra la variedad San Andreas con un rendimiento de 265.57 g/planta⁻¹ y finalmente en el rango D la variedad Monterey con un rendimiento promedio de 92.26 g/planta⁻¹ de fruta de tercera categor3a esta informaci3n se obtuvo en 20 semanas de cosecha, esta informaci3n no concuerda con la obtenida por Inga (2021, pp. 30-90) donde la variedad que obtuvo un mejor rendimiento de fruta de tercera categor3a, fue la variedad San Andreas con un promedio de 157.09 g/planta⁻¹

4.6.4.4. Rendimiento de fruta: cuarta categoría

El ANOVA encontró que existen diferencias altamente significativas entre variedades, con un coeficiente de variación del 0.51%.

Tabla 30-3: Análisis de varianza para el rendimiento de fruta de cuarta categoría

F. V	gl	CM	p-valor	Significancia
Repetición	3	0.16	0.8144	ns
Variedad	3	14308.13	<0.0001	**
Sistemas semihidropónicos	1	0.08	0.6992	ns
Variedad x Sistemas semihidropónicos	3	1.99	0.0221	ns
Error	21	0.50		
Total	31			
CV		0.51%		

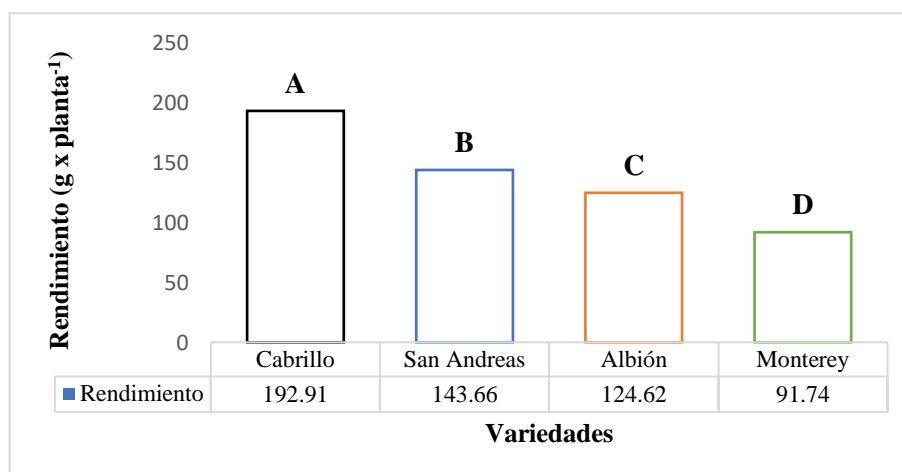
p-valor: <0.01 y <0.05 = ** (altamente significativo)

Realizado por: Cacoango, Jessica, 2023.

Tabla 31-3: Prueba de Tukey al 5% para fruta de categoría cuarta

Variedad	Rendimiento (g/planta/20 semanas)	Rango
Cabrillo	192.91	A
San Andreas	143.66	B
Albi3n	124.62	C
Monterey	91.74	D

Realizado por: Cacoango, Jessica, 2023.



Ilustraci3n 18-4: Rendimiento de fruta de categor3a cuarta de acuerdo con las variedades

Realizado por: Cacoango, Jessica, 2023.

La prueba de Tukey mostró cuatro rangos, en el rango A se encuentra la variedad Cabrillo con un promedio de rendimiento de 192.91 g/planta⁻¹, en el rango B la variedad San Andreas con un rendimiento de 143.66 g/planta⁻¹, en el rango C la variedad Albión con un rendimiento de 124.62 g/planta⁻¹ y finalmente en el rango D la variedad Monterey con un rendimiento promedio de 91.74 g/planta⁻¹ de fruta de cuarta categoría, esta información no concuerda con la obtenida por Inga (2021, pp. 30-90) donde la variedad que mayor producción de fruta de cuarta categoría fue San Andreas con una producción promedio de 156.45 g/planta⁻¹.

4.6.5. Rendimiento total (Tn/ha⁻¹)

El ANOVA encontró que existen diferencias altamente significativas entre variedades con un coeficiente de variación del 3.69 %.

Tabla 32-3: Análisis de varianza para rendimiento total

F. V	gl	CM	p-valor	Significancia
Repetición	3	0.24	0.3215	ns
Variedad	3	2163.40	<0.0001	**
Sistemas semihidropónicos	1	5.48	<0.0001	**
Variedad x Sistemas semihidropónicos	3	0.63	0.0424	ns
Error	21	0.19		
Total	31			
CV		0.82%		

p-valor: <0.01 y <0.05 = ** (altamente significativo)

Realizado por: Cacoango, Jessica, 2023.

Tabla 33-3: Prueba de Tukey al 5% para rendimiento total en variedades

Variedad	Promedio (Tn/ha/20 semanas)	Rango
Cabrillo	65.88	A
Albión	65.29	A
San Andreas	52.47	B
Monterey	30.74	C

Realizado por: Cacoango, Jessica, 2023.

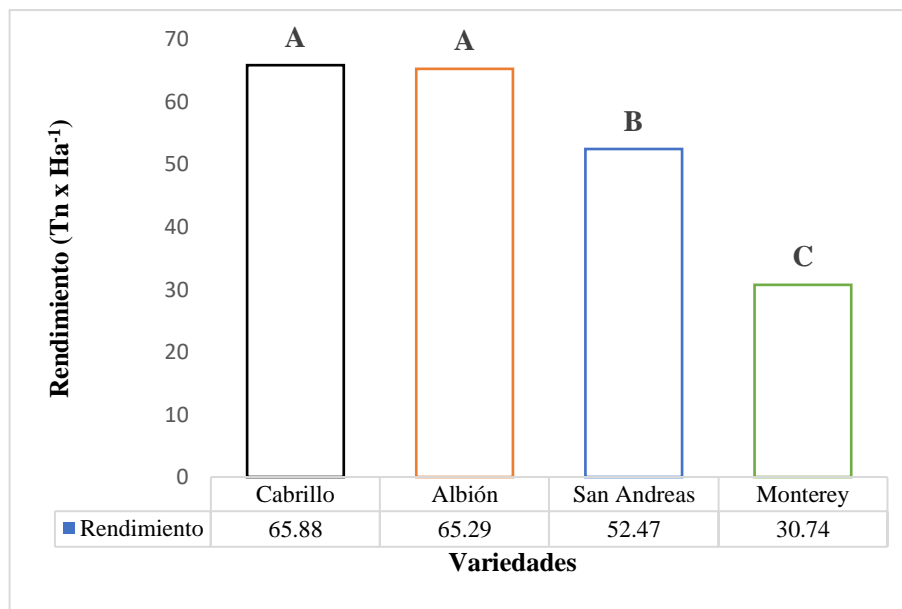


Ilustración 19-4: Rendimiento total de las variedades

Realizado por: Cacoango, Jessica, 2023.

La prueba de Tukey mostró tres rangos: en el rango A se encuentran las variedades Cabrillo con un rendimiento promedio de 65.88 Tn/ha y la variedad Albión con un rendimiento promedio de 65.29 Tn/ha, en el rango B la variedad San Andreas con un rendimiento promedio 52.47 Tn/ha y finalmente en el rango C la variedad Monterey con un promedio de 30.74 Tn/ha, esta información se obtuvo en 20 semanas de cosecha, sin embargo, Yauricasa (2019, pp. 30-48), en sus resultados obtiene que la variedad San Andreas tuvo un rendimiento de 310 g/planta lo que correspondería a 24.8 Tn/ha en cultivo tradicional o en suelo, esto significa que al momento de cultivar en sustrato el rendimiento aumenta en un 50.54% , de igual forma Guzmán (2021, pp. 39-45) en su investigación obtuvo que la variedad Albión alcanzó un rendimiento de 50,65 g/planta, lo que corresponde a 4.04 Tn/ha, sin embargo, cabe recalcar que el autor no manifiesta la duración de su investigación.

De acuerdo con Agrícola Llahuen (2017, pp. 1-8) afirma que las variedades Cabrillo y Albión poseen un comportamiento productivo similar, además la razón para que haya un incremento del 50% puede deberse a que al ser todas las variedades de día neutro, estas para que exista una inducción floral fuerte las condiciones de temperatura intermedias deben encontrarse en un rango de entre 20 – 25°C coincidiendo con lo obtenido en esta investigación, tanto en rango térmico (Ilustración 1-4) como a nivel de rendimiento.

Tabla 34-3: Prueba de Tukey al 5% para rendimiento total entre sistemas semihidropónicos

Sistema semihidropónico	Promedio (Tn/ha/20 semanas)	Rango
Canal abierto	54.01	A
Mangas	53.18	B

Realizado por: Cacoango, Jessica, 2023.

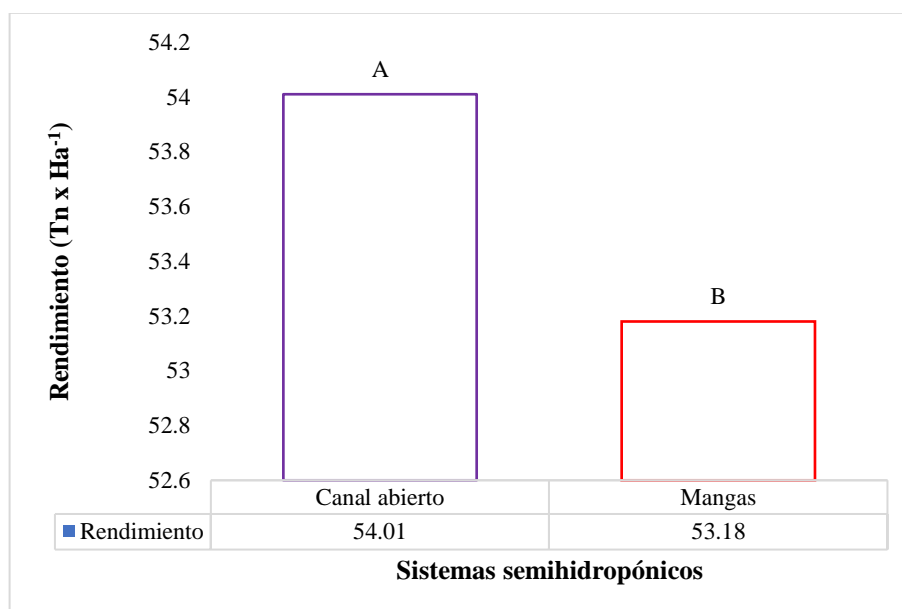


Ilustración 20-4: Rendimiento total de acuerdo con los sistemas semihidropónicos

Realizado por: Cacoango, Jessica, 2023.

La prueba de Tukey diferenció dos rangos, en el rango A se encuentra el sistema semihidropónico en canal abierto con un rendimiento promedio de 54.04 Tn/ha y en el rango B el sistema de mangas con un rendimiento promedio de 53.18 Tn/ha.

Este resultado puede deberse a que de acuerdo con Biología.edu.ar (2013, párr. 4) a falta de oxigenación en el sistema radicular y en cultivos que presentan tallos postrados como es el caso de la fresa, este desarrolla fascículos de raíces adventicias mismas que cumplen funciones más de fijación en sustrato, absorción de nutrientes y agua, sin embargo esta función de absorción es limitada, pese a esto el rendimiento obtenido en las mangas en esta investigación no coinciden con la obtenida por Cochi (2017, pp. 70-75) cuyo rendimiento fue de 29.78 Tn/ha 40% menor al obtenido.

4.6.6. Contenido de sólidos solubles

El ANOVA obtuvo diferencias altamente significativas para las variedades con un coeficiente de varianza del 5.37%.

Tabla 35-3: Análisis de varianza del contenido de sólidos solubles

F. V	gl	CM	p-valor	Significancia
Repetición	3	0,08	0,8219	ns
Variedad	3	18,00	<0,0001	**
Sistemas semihidropónicos	1	0,50	0,1910	ns
Variedad x Sistemas semihidropónicos	3	0,50	0,1733	ns
Error	21	0,27		
Total	31			
CV		5.37%		

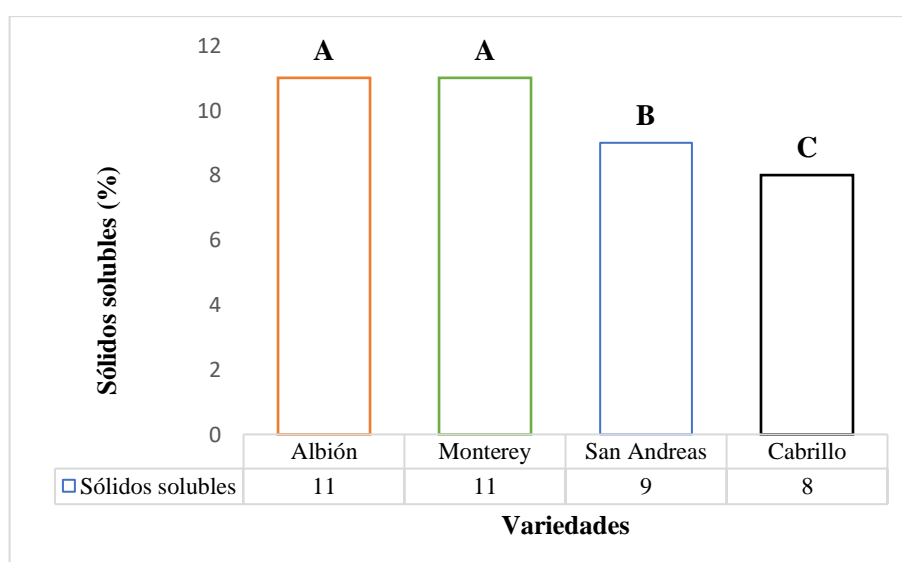
p-valor: <0.01 y <0.05 = ** (altamente significativo)

Realizado por: Cacoango, Jessica, 2023.

Tabla 36-3: Prueba de Tukey al 5%, para el contenido de sólidos solubles

Variedad	Promedio (sólidos solubles %)	Rango
Albi3n	11,00	A
Monterey	11,00	A
San Andreas	9,00	B
Cabrillo	8,00	C

Realizado por: Cacoango, Jessica, 2023.



Ilustraci3n 21-4: Contenidos de s3lidos solubles

Realizado por: Cacoango, Jessica, 2023.

La prueba de Tukey mostró tres rangos, en el rango A se encuentran las variedades Albión y Monterey con un promedio de 11% de acumulación de sólidos solubles, en el rango B se ubica la variedad San Andreas con una acumulación un promedio del 9 % y en el rango C la variedad Cabrillo con una acumulación de sólidos solubles de 8 %. Esto no concuerda con Guzmán (2021, pp. 39-45) ya que en su investigación la variedad Albión tuvo una acumulación de sólido solubles de 7.33%, este resultado es mucho menor al obtenido, sin embargo, Inga (2021, pp. 30-90) en su trabajo de investigación tuvo como resultado que las variedades Monterey (11.39%) y Albión (10.9%) fueron las que mayor acumulación de sólidos solubles hubo, coincidiendo con la información obtenida en esta investigación.

De acuerdo con Namesny (1999; citado en Mora, 2020, pp. 5-8) la variedad que tenga una acumulación de sólidos solubles del 7% o más, se considera de sabor agradable.

4.6.7. *Potencial hídrico*

El ANOVA encontró que existe diferencias altamente significativas entre variedades con un coeficiente de variación de 4.42 %.

Tabla 37-3: Análisis de varianza del potencial hídrico

F. V	gl	CM	p-valor	Significancia
Repetición	3	0.01	0.8830	ns
Variedad	3	0.03	0.6404	ns
Sistemas semihidropónicos	1	0.02	0.5614	ns
Variedad x Sistemas semihidropónicos	3	0.03	0.6371	ns
Error	21	0.05		
Total	31			
CV		4.42 %		

p-valor: >0.01 y >0.05 = ns (no significativo)

Realizado por: Cacoango, Jessica, 2023.

De acuerdo con PMSINSTRUMENT (2019, pp. 1-16), que, en ensayos realizados por la propia empresa, determinaron que, el potencial hídrico obtenido es menor a 7 Bar nos indica que el cultivo no se encuentra en ningún tipo de estrés hídrico, si el resultado del potencial hídrico se encuentra en un rango de entre 7,1 hasta 10 Bar, el cultivo o la planta tiene un leve estrés hídrico, sin embargo, si se obtiene resultados mayores a 10 nos indica el cultivo se encuentra en un estrés hídrico severo. De acuerdo con la información obtenida se puede decir que las variedades no presentaron algún tipo de estrés y que las láminas de riego aplicadas fueron las correctas.

4.6.8. Apertura estomática

El ANOVA no encontró diferencias significativas, con un coeficiente de variación del 3.48 %.

Tabla 38-3: Análisis de varianza para apertura estomática

F. V	gl	CM	p-valor	Significancia
Repetición	3	414.59	0.1758	ns
Variedad	3	461.42	0.1423	ns
Sistemas semihidropónicos	1	129.16	0.4607	ns
Variedad x Sistemas semihidropónicos	3	374.61	0.2109	ns
Error	21	228.74		
Total	31			
CV		3.48 %		

p-valor: >0.01 y >0.05 = ns (no significativo)

Realizado por: Cacoango, Jessica, 2023.

Es de suma importancia conocer el estado hídrico de cultivo, ya que niveles severos de estrés repercuten en disminución de la productividad y calidad, de acuerdo con Meter ³³Group (2020, pp. 1-20) valores superiores a 300 mml/m²/seg, un cultivo con estrés leve valores bajo los 200 mml/m²/seg, cuando las lecturas se alejan del valor promedio de ausencia de estrés, pues es momento óptimo para regar.

4.7. Análisis económico

Tabla 39-3: Análisis económico mediante la relación beneficio/costo

Tratamiento	Descripción	Tn/ha/año				Rendimiento total (Tn/ha/año)
		1 ^{ra}	2 ^{da}	3 ^{ra}	4 ^{ta}	
T3	Albión x canal abierto	27,80	24,88	59,47	20,00	132,15
T4	Albión x manga	26,36	23,42	59,37	19,88	129,03
T7	Cabrillo x canal abierto	24,13	23,53	53,53	30,77	131,96
T5	San Andreas x canal abierto	17,33	23,09	42,24	30,77	113,43
T6	San Andreas x manga	16,91	21,54	42,74	22,99	104,17
T8	Cabrillo x manga	23,81	23,64	53,14	30,96	131,55
T1	Monterey x canal abierto	12,47	20,28	14,83	14,67	62,25
T2	Monterey x manga	11,80	19,54	14,69	14,69	60,72

Realizado por: Cacoango, Jessica, 2023.

Tabla 40-3: Análisis económico mediante la relación beneficio/costo

Tratamiento	Descripción	Ingreso total (\$/año)	Costo total (\$/año)	Beneficio neto (\$/año)	B/C	Rentabilidad (%)
T3	Albi3n x canal abierto	169370,59	73608,16	95762,43	2,30	130
T4	Albi3n x manga	163416,93	76059,86	87357,07	2,15	115
T7	Cabrillo x canal abierto	152108,60	74004,16	78104,44	2,06	106
T5	San Andreas x canal abierto	129639,05	73828,16	55810,89	1,76	76
T6	San Andreas x manga	126246,77	76279,86	49966,91	1,66	66
T8	Cabrillo x manga	110028,95	76455,86	33573,09	1,44	44
T1	Monterey x canal abierto	85133,75	73828,16	11305,59	1,15	15
T2	Monterey x manga	82189,31	76279,86	5909,45	1,08	8

Realizado por: Cacoango, Jessica, 2023.

De acuerdo con el análisis económico el tratamiento T3 (Variedad Albi3n en canal abierto) fue la mejor relación beneficio/costo de 2.30 lo que quiere decir que se recupera el d3lar que se invirti3 y se obtiene una ganancia de 1.30 d3lares (130 %), mientras que el tratamiento T2 (variedad Monterey en mangas) obtuvo la menor relación beneficio/costo con 1.08, lo que quiere decir que por cada d3lar que se invierte se obtiene una ganancia de 0.08 d3lares (8%).

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- La variedad Monterey su requerimiento hídrico es de 20.88 m³/ha/fase para la fase de prendimiento (9 días) con un Kc de 0.10, para su fase de desarrollo vegetativo (66 días) 501.60 m³/ha/fase con un Kc de 0.39, para su fase de floración (15 días) 252.00 m³/ha/fase con un Kc de 0.85 y fructificación (105 días) 2209.20 m³/ha/fase con un Kc de 1.04
- La variedad Albión la fase de prendimiento (9 días) 20.88 m³/ha/fase con un Kc de 0.10, para su fase de desarrollo vegetativo (57 días) 369.36 m³/ha/fase con un Kc de 0.36 y para su fase de floración (10 días) 173.60 m³/ha/fase con un Kc de 0.69 y fructificación (119 días) 2132.48 m³/ha/fase con un Kc de 0.88
- La variedad San Andreas la fase de prendimiento (9 días) 20.88 m³/ha/fase con un Kc de 0.10, para su fase de desarrollo vegetativo (62 días) 448.96 m³/ha/fase con un Kc 0.38, para su fase de floración (13 días) 175.76 m³/ha/fase con un Kc de 0.70 y fructificación (112 días) 2042.88 m³/ha/fase con un Kc de 0.90.
- Finalmente, para la variedad Cabrillo la fase de prendimiento (9 días) 20.88 m³/ha/fase con un Kc de 0.10, para su fase de desarrollo vegetativo (58 días) 488.32 m³/ha/fase con un Kc de 0.37, para su fase de floración (11 días) 172.48 m³/ha/fase con un Kc de 0,67 y fructificación (117 días) 2096.64 m³/ha/fase con un Kc de 0.88.
- Dentro de los requerimientos nutricionales la variedad Monterey es necesario de dotar para su fase de prendimiento y desarrollo de N:187, P: 9, K: 116, Ca: 67, Mg: 24, S: 9, Fe 143 en ppm respectivamente, mientras que para su fase de floración y fructificación N: 96, P: 46, K: 120, Ca: 98, Mg: 30, S: 12, Fe: 105 en ppm respectivamente.
- La variedad Albión es necesario de dotar para su fase de prendimiento y desarrollo de N: 174, P: 14, K: 110, Ca: 73, Mg: 27, S: 10, Fe: 143 en ppm respectivamente, mientras que para su fase de floración y fructificación de N: 137, P: 55, K: 130, Ca: 116, Mg: 36, S: 18, Fe: 105 en ppm respectivamente

- La variedad San Andreas es necesario de dotar para su fase de prendimiento y desarrollo de N: 186, P: 13, K: 126, Ca: 87, Mg: Mg: 28, S: 10, Fe: 143 en ppm respectivamente, mientras que para su fase de floración y fructificación de N: 115, P: 61, K: 126, Ca: 150, Mg: 36, S: 17, Fe: 105 en ppm respectivamente.
- La variedad Cabrillo es necesario de dotar para su fase de prendimiento y desarrollo de N: 181, P: 15, K: 126, Ca: 76, Mg: 26, S: 10, Fe: 143 en ppm respectivamente, mientras que para su fase de floración y fructificación de N: 140, P: 50, K: 130, Ca: 127, Mg: 34, S: 20, Fe: 105 en ppm, respectivamente.
- La variedad Monterey se determina la siguiente programación en lo referente a los requerimientos hídricos y nutricionales considerados como: N: 283, P: 55, K: 236, Ca: 165, Mg: 54, S: 21, Fe: 248 en ppm respectivamente; con un consumo hídrico de 2983.68 m³/ha/distribuidos en sus fases: prendimiento, desarrollo, floración y fructificación.
- La variedad Albión se determina la siguiente programación en lo referente a los requerimientos hídricos y nutricionales considerados como: N: 311, P: 69, K: 240, Ca: 189, Mg: 63, S: 28, Fe: 248 en ppm respectivamente; con un consumo hídrico de 2686.32 m³/ha/distribuidos en sus fases: prendimiento, desarrollo, floración y fructificación.
- La variedad San Andreas se determina la siguiente programación en lo referente a los requerimientos hídricos y nutricionales considerados como: N: 301, P: 74, K: 252, Ca: 237, Mg: 64, S: 27, Fe: 248 en ppm respectivamente; con un consumo hídrico de 2688.48 m³/ha/distribuidos en sus fases: prendimiento, desarrollo, floración y fructificación.
- La variedad Cabrillo se determina la siguiente programación en lo referente a los requerimientos hídricos y nutricionales considerados como: N: 321, P: 65, K: 256, Ca: 203, Mg: 60, S: 30, Fe: 248 en ppm respectivamente; con un consumo hídrico de 2698.32 m³/ha/distribuidos en sus fases: prendimiento, desarrollo, floración y fructificación.
- El análisis económico demuestra que la Variedad Albión en canal abierto (T3) alcanzó la mejor relación beneficio/costo de 2.30 lo que quiere decir que se recupera el dólar que se invirtió y se obtiene una ganancia de 1.30 dólares (130%).

5.2. Recomendaciones

- De acuerdo con los resultados se recomienda plantar la variedad Albión en canal abierto, que, aunque posee un crecimiento intermedio, su rendimiento es mucho mejor en comparación a las otras variedades, tanto en fruta de primera y segunda categoría, acumulación de sólidos solubles y fue la mejor en la relación beneficio/costo, teniendo en cuenta también que su requerimiento hídrico no fue tan elevado y de igual manera su requerimiento nutricional.
- Decapitar la primera flor para permitir que la planta tenga un buen desarrollo vegetativo y así poder obtener frutos con buenos calibres.
- Evaluar el rendimiento de la variedad Albión durante todo el ciclo de cultivo.

BIBLIOGRAFÍA

AGRÍCOLA LLAHUEN. *Ficha técnica: variedad Cabrillo* [en línea]. Paine-Chile: Agrícola Llahuen, 2021. pp. 1-8. [Consulta: 22 abril 2022]. Disponible en: https://www.llahuen.com/_files/ugd/2b09de_52ae176098ae40c0a03b64b5808d1276.pdf.

AGRÍCOLA LLAHUEN. *Variedades de fresa: Universidad de California* [en línea]. Paine-Chile: Agrícola Llahuen, 2017. pp. 1-8. [Consulta: 01 octubre 2021]. Disponible en: https://www.llahuen.com/_files/ugd/97db73_615e8094dcd249afb51440d85fe99597.pdf.

AGROCALIDAD. *Laboratorio de sueños, foliares y aguas* [en línea]. Quito-Ecuador: Agencia de Regulación y Control Fitosanitario, 2018. pp. 1-10. [Consulta: 05 abril de 2022]. Disponible en: <https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2020/05/agua6.pdf>.

AGROLALIBERTAD. *Ficha técnica para el cultivo de la fresa (Fragaria x ananassa)* [en línea]. Trujillo-Perú: La Libertad Portal Agrario Regional, 2012. pp. 1-9. [Consulta: 5 abril 2022]. Disponible en: http://www.agrolalibertad.gob.pe/sites/default/files/Ficha%20Técnica%20para%20el%20Cultivo%20de%20la%20Fresa_0.pdf.

ALTAMIRANO, R. El cultivo de la fresa para el ciclo otoño-invierno, en California, Estados Unidos de Norte América (Trabajo de titulación) (Ingeniería). [en línea] Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, División de Ciencias Agronómicas. Guadalajara-México. 2004. p. 25. [Consulta: 07 junio 2022]. Disponible en: http://repositorio.cucba.udg.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/43/Altamirano_Hernandez_Rosa_Celia.pdf?sequence=1&isAllowed=y&fbclid=IwAR2P3DevVnXcyTUgtl3t0p23UdhY8WFEUXLiLcOMxTPHcGwzXzI2rpWTwGY.

ANRANGO, S. *Eficacia de acaricidas botánicos y químicos en el control de ácaros (Tetranychus spp) en el cultivo de fresa (Fragaria vesca) en el cantón Otavalo, provincia de Imbabura* [en línea]. Babahoyo-Ecuador: Universidad Técnica de Babahoyo, 2015. p. 2. [consulta: 7 junio 2022]. Disponible en: <https://prezi.com/u552jbt4um6a/universidad-tecnica-de-babahoyo/>.

ARCOS, F. *Fertilizantes y nutrición vegetal*. Riobamba-Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2013, pp. 80-100.

BELTRANO, J.; & GIMENEZ, D. *Cultivo en hidroponía* [en línea]. La Plata-Argentina: Universidad de La Plata, 2015. pp. 18-34. [Consulta: 01 octubre 2021]. ISBN: 978-950-34-1258-9. Disponible en: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/46752/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

BREZMES, J. Diseño de una nariz electrónica para la determinación no destructiva del grado de maduración de la fruta (Trabajo de titulación) (Ingeniería). [en línea] Universitat Politècnica de Catalunya, Departament de Teoria del Senyal i Comunicacions. Barcelona-España. 2008. pp. 28-30. [Consulta: 22 abril 2022]. Disponible en: https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6877/TESI_TEXT_COMPLET.pdf.

BRICEÑO, H. Evaluación de 3 variedades de fresa (*Fragaria x ananassa*) en un sistema semihidropónico, bajo condiciones de invernadero (Trabajo de titulación) (Ingeniería). [en línea] Universidad San Francisco de Quito USFQ, Colegio de Ciencias e Ingeniería, Ingeniería en Agronomía. Quito-Ecuador. 2021. pp. 34-46. [Consulta: 08 junio 2022]. Disponible en: <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/10958/1/134361.pdf>.

CABRERA, R. *Importancia de la calidad química del agua en el fertirriego en cultivos ornamentales* [línea]. Bogotá-Colombia: Universidad Nacional de Colombia, 2011. pp. 1-13 [Consulta: 01 octubre 2021]. ISBN: 978-958-719-862-1. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Raul-Cabrera/publication/313472696_Importancia_de_la_calidad_quimica_del_agua_en_el_fertirriego_en_cultivos_ornamentales/links/589b6a6a458515e5f4548028/Importancia-de-la-calidad-quimica-del-agua-en-el-fertirriego-en-cultivos-ornamentales.pdf.

CAJO, A. Rendimiento hidropónica de tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.), bajo el sistema NFT, con tres soluciones nutritivas (Trabajo de titulación) (Ingeniería). [en línea] Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuaria, Carrera de Ingeniería Agronómica. Ambato-Ecuador. 2016. pp. 39-45. [Consulta: 26 abril 2022]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/23421/1/Tesis-136%20%20Ingenier%20C3%ADa%20Agron%20C3%B3mica%20-CD%20413.pdf>.

CAMINITI, A. “Cultivo de fresas en la provincia del Neuquén”. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) [en línea], 2003, (Chile), pp. 14-15. [Consulta: 26 abril 2022]. ISSN: 1667-4014. Disponible en:

https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/bitstream/handle/20.500.12123/2815/INTA_CRPatagoniaNorte_EEABariloche_Caminiti_A_Cultivo_Fresas.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

CANNA. *Influencias de la temperatura ambiental en las plantas* [en línea]. Barcelona-España: Canna Research, 2015. [Consulta: 26 abril 2022]. Disponible en: https://www.canna.es/influencia_temperatura_ambiental_en_las_plantas.

CASBIS, G.; et al. “Crecimiento, rendimiento y calidad de fresa por efecto del régimen nutrimental”. *Revista Mexicana Ciencias Agrícolas* [en línea], 2020, (México) 11(6), pp. 1337-1348. [Consulta: 7 junio 2022]. ISSN: 2007-0934. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v11n6/2007-0934-remexca-11-06-1337.pdf>.

CASTELLÓN, J.; et al. “Calidad del agua para riego en la agricultura protegida en Tlaxcala”. *Ingeniería Revista académica* [en línea], 2014, (México) 19(1), pp. 39-50. [Consulta: 01 octubre 2021]. ISSN: 1665-529X. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/467/46750924004.pdf>.

COCHI, R. Evaluación del comportamiento agronómico de la fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.) en cultivos verticales bajo dos densidades de plantación y tres niveles de humus de lombriz en la estación experimental de Cota Cota (Trabajo de titulación) (Ingeniería). [en línea] Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía, Carrera de Ingeniería Agronómica. La Paz-Bolivia. 2017. pp. 70-75. [Consulta: 06 junio 2022]. Disponible en: <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/13313/T-2420.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

EL COMERCIO. *La frutilla es un cultivo rentable* [en línea]. Cuenca-Ecuador: Grupo El Comercio, 2011. [Consulta: 13 diciembre 2021]. Disponible en: <https://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/frutilla-cultivo-rentable.html#:~:text=%E2%80%9CEs%20un%20cultivo%20rentable%E2%80%9D%2C,la%20venta%20de%20la%20cosecha>.

EL INFORMADOR. *Magnesio, presencia indispensable en las fresas* [en línea]. Jalisco-México: El informador, 2013. [Consulta: 07 junio 2022]. Disponible en: <https://www.informador.mx/Ideas/Magnesio-presencia-indispensable-en-la-fresas-20130526-0212.html>.

EUROSEMILLAS. *San Andreas* [en línea]. Córdoba-España: Eurosemillas, 2017. [Consulta 8 junio 2022]. Disponible en: <http://www.eurosemillas.com/es/variedades/fresa/item/27-san-andreas.html>.

FAO. *Evapotranspiración del cultivo: Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos* [en línea]. Roma-Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2008. pp. 124-156. [Consulta: 19 abril 2022]. ISBN: 92-5-304219-2. Disponible en: <https://www.icia.es/icia/riegos/ManualFAO.pdf>.

FAO. *El estado de los recursos de tierras y aguas del mundo para la alimentación y la agricultura* [en línea]. Madrid-España: Organizaciones de las Naciones Unidad para la Alimentación y la Agricultura, 2011, p. 10. [Consulta: 14 julio 2022]. ISBN: 978-92-5-306614-8. Disponible en: <https://www.fao.org/documents/card/es/c/5c20ff34-ebf3-5357-a1ec-95036fef1967/3>.

FAVELA, E.; et al. *Manual para la preparación de soluciones nutritivas* [en línea]. Torreón-México: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, 2006. pp. 33-89. [Consulta: 04 octubre 2021]. ISBN: 96-8844-051-5. Disponible en: https://www.nutricaoдеplantas.agr.br/site/downloads/unesp_jaboticabal/Manual_Soln_Nutritivas.pdf.

FERTILAB. *Deficiencias nutrimentales en el cultivo de fresa* [en línea]. Celaya-México: Fertilab, 2019. pp. 1-3. [Consulta: 07 junio 2022]. Disponible en: <https://www.fertilab.com.mx/Sitio/notas/NTF-19-002-Deficiencias-nutrimentales-en-el-cultivo-de-fresa.pdf>.

FERTILAB. *La solubilidad y pureza de los fertilizantes para fertirrigación* [en línea]. Celaya-México: Fertilab, 2018. pp. 1-4. [Consulta: 21 abril 2022]. Disponible en: <https://www.fertilab.com.mx/Sitio/notas/La%20Solubilidad%20y%20Pureza%20de%20los%20Fertilizantes.pdf>.

FLORES, M.; et al. *Manejo de la solución nutritiva* [en línea]. Santiago de Chile-Chile: Universidad de Chile, 2020. pp. 1-8. [Consulta: 19 abril 2022]. Disponible en: <http://www.microhortalizas.uchile.cl/doc/fichas/7.%20Manejo%20de%20la%20soluci%C3%B3n%20nutritiva.pdf>.

GARCÍA, C.; et al. “Evaluación de sustratos para el rendimiento de *Epipremnum aureum* y *Spathiphyllum wallisii* cultivadas en maceta”. Terra Latinoamericana [en línea], 2015, (México) 19(3), pp. 249-258. [Consulta: 22 abril 2022] ISSN: 2395-8030. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57319306>.

GIMÉNEZ, J. Caracterización y valorización de los restos de poda en viñedo como sustrato para la elaboración de cultivo ornamental (Trabajo fin de grado) (Ingeniería). [en línea] Universitat Politècnica de València, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural. Valencia-España. 2020. pp. 13-20. [Consulta: 01 octubre 2021]. Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/157848/Gim%20c3%a9nez%20-%20Caracterizaci%20c3%b3n%20y%20valorizaci%20c3%b3n%20de%20los%20restos%20de%20poda%20en%20vi%20c3%blado%20como%20sustrato%20para%20la%20el...pdf?sequence=2&isAllowed=y>.

GONZÁLEZ, J. Impedancia bio-eléctrica como técnica no-destructiva para medir la firmeza de la fresa (*fragaria x ananassa* Duch) y su relación con técnicas convencionales (Tesis) (Doctorado). [en línea] Universidad Politecnica de Valencia, Departamento de Ingeniería Rural y Agroalimentaria. 2014. pp. 106-110. [Consulta: 11 junio 2021]. Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/37513/GONZ%20C1LEZ%20-%20IMPEDANCIA%20BIO-EL%20C9CTRICA%20COMO%20T%20C9CNICA%20NO-DESTRUCTIVA%20PARA%20MEDIR%20LA%20FIRMEZA%20DE%20LA%20FRESA...pdf?sequence=1>.

GRUPO FRAGARIA. *Serie nutrición: La importancia del calcio en la fresa/fresa. 3 consejos para tu plan de fertilización* [en línea]. Chile: Grupo Fragaria, 2021a. [consulta: 7 junio 2022]. Disponible en: <https://grupofragaria.com/articulos/calcio-en-la-frutilla-fresa/>.

GRUPO FRAGARIA. *Serie nutrición: La importancia del magnesio en la fresa/fresa. 4 consejos para tu plan de fertilización* [en línea]. Chile: Grupo Fragaria, 2021b [consulta: 8 junio 2022]. Disponible en: <https://grupofragaria.com/articulos/magnesio-en-la-fresa-fresa/>.

GUACAPIÑA, P. Curvas de extracción nutrimental de N, P, K, Ca, Mg, mediante tecnología micro carbono (TMC) y fertilización convencional, en el cultivo semihidropónico de fresa (*Fragaria x ananassa*). (Trabajo de titulación) (Ingeniería). [en línea] Universidad de las Fuerzas Armadas, Departamento de Ciencias de la Vida y la Agricultura, Carrera de Ingeniería

Agropecuaria. Quito-Ecuador. 2020. pp. 83-90. [Consulta: 08 junio 2022]. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/24772/1/T-IASA%20I-005601.pdf>.

GUALLPA, M.; et al. “Caracterización edáfica y dasométrica de una plantación de *Eucalyptus globulus* Libill y propuesta de manejo en la zona estepa espinosa Montano Bajo Riobamba, Ecuador”. Enfoque UTE [en línea], 2016, (Ecuador) 7(3), pp. 26-40. [Consulta: 23 mayo 2022]. ISSN: 1390-6542. Disponible en: <https://ingenieria.ute.edu.ec/enfoqueute/index.php/revista/article/view/103/109>.

GUALLPA, M.; et al. “Estimación de la flora melífera para la productividad apícola de la estación experimental Tunshi en el sector de Licto, Riobamba”. Dominio de las Ciencias [en línea], 2020, (Ecuador) 6(2), pp. 181-202. [Consulta: 23 mayo 2022]. ISSN: 2477-8818. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7398451.pdf>.

GULATTI, N. *Hablemos de riego* [en línea]. Quito-Ecuador: Consorcio de Gobiernos Autónomos Provinciales del Ecuador, 2016. pp. 102-109. [Consulta: 01 octubre 2021]. ISBN: 978-9942-11-054-1. Disponible en: <http://www.congope.gob.ec/wp-content/uploads/2017/03/HABLEMOS-DE-RIEGO-LOW.pdf>.

GUZMÁN, A. Evaluación de un sistema semihidropónico utilizando dos tipos de sustrato frente a un sistema convencional en el cultivo de fresa *Fragaria x ananassa* (var. Albión) bajo condiciones de invernadero (Trabajo de titulación) (Ingeniería). [en línea] Universidad San Francisco de Quito USFQ, Colegio de Ciencias e Ingeniería, Ingeniería en Agronomía. Quito-Ecuador. 2021. pp. 39-45. [Consulta: 26 abril 2022]. Disponible en: <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/9731/1/122894AGRONOMIA.pdf>.

HAIFA. *A fertilization recommendation for strawberries in various parts of the world* [en línea]. Haifa-Israel: Haifa Group, 2020. [consulta: 01 noviembre 2021]. Disponible en: <https://www.haifa-group.com/es/fertilization-recommendation-strawberries-various-parts-world>.

HUMAGRO. *Fertilizantes Humagro* [en línea]. Gilbert-Estados Unidos: Humagro, 2012. p. 18. [Consulta: 11 octubre 2021]. Disponible en: <https://docplayer.es/57028988-Tecnologia-avanzada-en-nutricion-para-la-produccion-calidad-proteccion-salud-de-los-suelos-salud-de-cultivos-y-ahorro-logistico-2012.html>.

HYDRO ENVIRONMENT. *Calidad del agua en hidroponía* [en línea]. Tlalnepantla-México: Comercializadora Hydro Environment S.A. de C.V., 2022. [Consulta: 27 septiembre 2021]. Disponible en: https://www.hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=page&id=148.

INGA, C. Evaluación de cuatro variedades de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch) en dos sistemas semihidropónicos (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Agronomía. Riobamba-Ecuador. 2021, pp. 30-90.

INNOTEC. *La importancia de los análisis foliares* [en línea]. Albacete-España: Innotec Laboratorios, 2021. [Consulta 7 junio 2022]. Disponible en: <https://www.innotec-laboratorios.es/la-importancia-de-los-analisis-foliares/>.

INTAGRI. *Sistemas hidropónicos y soluciones nutritivas para fresas* [en línea]. Guadalajara-México: Artículos Técnicos de INTAGRI, 2015. [Consulta: 18 julio 2022]. Disponible en: <https://www.intagri.com/articulos/frutillas/sistema-hidroponicos-soluciones-nutritivas-fresa>.

INTAGRI. *Deficiencia de boro en el cultivo de fresa* [en línea]. Guadalajara-México: Artículos Técnicos de INTAGRI, 2017. [Consulta: 07 junio 2022]. Disponible en: <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/el-boro-y-su-deficiencia-en-el-cultivo-de-la-fresa>.

KIRSCHBAUM, J. *Nutrición mineral de la fresa (Fragaria x ananassa Duch)* [en línea]. Buenos Aires-Argentina: III Simpósio nacional do morango II Encontro sobre pequenas frutas e frutas nativas do Mercosul-Palestras, 2006. pp. 1-11. [Consulta: 08 junio 2022]. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Daniel-Kirschbaum/publication/270105103_Nutricion_mineral_de_la_frutilla_Fragaria_x_ananassa_Duch_Strawberry_mineral_nutrition/links/54a068930cf257a636021853/Nutricion-mineral-de-la-frutilla-Fragaria-x-ananassa-Duch-Strawberry-mineral-nutrition.pdf.

LABISER, *Metodología de toma de muestras foliares: cómo realizar una correcta toma de muestras para el análisis foliar* [en línea]. Córdoba-España: Labiser, Laboratorios y Servicios Alto Guadalquivir, 2019. [Consulta: 22 abril 2022]. Disponible en: <https://labiser.es/metodologia-de-toma-de-muestras-foliares/>.

LARA, A. “Manejo de la solución nutritiva en el rendimiento de tomate en hidroponía”. *Terra latinoamericana* [en línea], 1999, (México) 17(3), pp. 221-229. [Consulta: 19 abril 2022]. ISSN: 2395-8030. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/573/57317306.pdf>.

LEÓN, J. Determinación de requerimientos hídricos en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) var. Winterhaven en base al tanque de evaporación tipo a y formulas empíricas (fao) en Macají, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo (Trabajo de titulación) (Ingeniería). [en línea] Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Carrera de Agronomía. Riobamba-Ecuador. 2018. pp. 25-28. [Consulta: 19 abril 2022]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/8729/1/13T0861.pdf>.

LEÓN, J. *Texto básico: riego tecnificado*. Riobamba-Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2008. pp. 10-56.

LLUMIQUINGA, P. Evaluación de fertilización mineral y órgano/mineral con fertirriego en el cultivo de fresa *Fragaria x ananassa* (Wesron) Duchesne; variedad albión (Trabajo de titulación) (Ingeniería). [en línea] Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas, Carrera de Ingeniería Agronómica. Quito-Ecuador. 2017. pp. 21-40. [Consulta: 7 junio 2022]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/9674/1/T-UCE-0004-17.pdf>.

LÓPEZ, J. *Conceptos básicos sobre la respiración de las plantas* [en línea]. Quakertown-Estados Unidos: Premier Tech Horticulture, 2021b. [Consulta: 07 junio 2022]. Disponible en: <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/conceptos-basicos-sobre-la-respiracion-de-las-plantas/>.

LÓPEZ, J. *Rol del azufre en el cultivo de plantas* [en línea]. Quakertown-Estados Unidos: Premier Tech Horticulture, 2021a. [consulta: 07 junio 2022]. Disponible en: <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/rol-del-azufre-en-el-cultivo-de-plantas/>.

MARÍN, N. Efectos de láminas de riego en el rendimiento del pasto buffer (*Cenchrus ciliaris* L.) en Río Verde, provincia de Santa Elena (Trabajo de integración curricular) (Ingeniería). [en línea] Universidad Estatal Península de Santa Elena, Facultad de Ciencias Agrarias, Carrera de Agropecuaria. La Libertad-Ecuador. 2021. pp. 28-30. [Consulta: 19 abril 2022]. Disponible en: <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/6371/1/UPSE-TIA-2021-0093.pdf>.

MARTÍNEZ, C. *Fertilizantes para fertirriego: conceptos y propiedades* [en línea]. Tabasco-México: Colegio Mexicano de Ingenieros en Irrigación A.C., 2020. pp. 18-25. [Consulta: 21 abril 2022]. Disponible en: <https://www.riego.mx/files/webinars/webinar13.pdf>.

MARTÍNEZ, L. *Manual de fertirrigación* [en línea]. La Serena-Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuarias & Centro Regional de Investigación Intihuasi, 1998, pp. 16-21. [Consulta: 21 abril 2022]. Disponible en: <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/28631/NR26416.pdf?sequence=1>.

MENÉNDEZ, J. *Clasificación y nomenclatura fragaria* [en línea]. Asturnatura.com, 2007. [Consulta: 27 noviembre 2021]. Disponible en: <https://www.asturnatura.com/especie/fragaria-vesca.html>.

METERGROUP. *Manual del operador* [en línea]. Washington-Estados Unidos: Meter Group, 2020. pp. 1-20. [Consulta: 23 abril 2022]. Disponible en: http://library.metergroup.com/Manuals/20773%20_SC-1_Manual_Web.pdf.

MOLINA, E., SALAS, R.; & CASTRO, A. “Curva de crecimiento y absorción de nutrimentos en fresa (*Fragaria x ananassa* cv Chandler) en Alajuela” *Agronomía Costarricense* [en línea], 1993, (Costa Rica) 17(1), pp. 67-73. [Consulta: 08 junio 2022]. Disponible en: https://www.mag.go.cr/rev_agr/v17n01_067.pdf.

MORA, I. Evaluación de parámetros de calidad poscosecha en tres variedades de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.) en Los Antiguos [en línea]. Buenos Aires-Argentina: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 2020. pp. 5-8. [Consulta: 27 abril 2022]. Disponible en: https://inta.gob.ar/sites/default/files/informe_tecnico_post_cosecha_frutilla_yi_final_pdf.pdf.

NETAFIM. *El riego por goteo revoluciona la agricultura* [en línea]. Tel-Aviv-Israel: Netafim, 2019. [Consulta: 19 abril 2022]. Disponible en: <https://www.netafim.com/es-pe/drip-irrigation/>.

NOVAGRIC. *Invernadero para cultivo de fresas* [en línea]. Murcia-España: Novedades Agrícolas S.A., 2016. [Consulta: 26 abril 2022]. Disponible en: <https://www.novagric.com/es/invernaderos-fresas>.

PEÑA, R. Evaluación agronómica de seis genotipos de papa (*Solanum spp.*) con tolerancia al déficit hídrico (Trabajo de titulación) (Ingeniería) [en línea]. Escuela Superior Politécnica de

Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Agronómica. Riobamba-Ecuador. 2013, pp. 52-60. [Consulta: 26 junio 2022]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3302/1/13T0782%20.pdf>.

PICTURETHIS. *Frutilla (guía de cuidado)* [en línea]. 2022. [consulta: 19 julio 2022]. Disponible en: https://www.picturethisai.com/es/care/Myrtillocactus_cochal.html

PMSINSTRUMENT. *Pump-Up pressure chamber instrument: operating instructions* [en línea]. Albany-Estados Unidos: PMS Instrument Company, 2019. pp. 1-16. [Consulta: 22 abril 2022]. Disponible en: https://www.pmsinstrument.com/wp-content/uploads/Pump-Up_Chamber_Instrument_Operating_Instructions-2019.pdf.

PORTALFRUTICOLA. *Metamorfosis de la fresa peruana, una mirada con perspectiva* [en línea]. Las Condes-Chile: Portalfruticola, 2023. [Consulta: 10 abril 2023]. Disponible en: <https://www.portalfruticola.com/noticias/2023/03/14/metamorfosis-de-la-fresa-peruana-una-mirada-con-perspectiva/>.

QUISHPE, J. Evaluación de la respuesta de la fresa (*Fragaria dioica*.) al sistema de cultivo semihidropónico en el Quinche-Pichincha 2012 (Trabajo de titulación) (Ingeniería). [en línea] Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito, Carrera: Ingeniería Agropecuaria. Quito-Ecuador. 2012. pp. 53-58. [Consulta: 26 abril 2022]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5066/6/UPS-YT00157.pdf>.

RAWSON, H; & GÓMEZ, H. “Trigo regado”. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [en línea], 2001 (Roma), p. 91. [consulta: 18 julio 2022]. ISBN 92-5-304488-8. Disponible en: <https://www.fao.org/3/x8234s/x8234s00.htm#Contents>

REA, L. Análisis del rendimiento de la fresa (*Fragaria chiloensis* L. Duch) sometida a diferentes tipos de sustratos dentro de un cultivo semi-hidropónico en la parroquia Salinas provincia de Imbabura (Trabajo de titulación) (Ingeniería). [en línea] Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela de ingeniería Agronómica. El Ángel-Ecuador. 2012. pp. 17-54. [Consulta: 01 octubre 2021]. Disponible en: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/975/T-UTB-FACIAG-AGR-000181.pdf;jsessionid=63CD7276E6359DEFCEFFAA52C74FC5CE6?sequence=1>.

REYES, M.; & ZSCHAU, B. “Fresa, consideraciones productivas y manejo, morfología y fisiología”. Imprenta Gutenberg-Talca [en línea], 2012 (Chile), 1(252), pp. 19-30. [Consulta: 01 noviembre 2021]. ISSN: 0717-4829. Disponible en: https://9c61327d-649d-4488-921b-13bd31e84148.filesusr.com/ugd/97db73_d0d5277907ee418db2ba4aa1ac2c8ab4.pdf.

RODRÍGUEZ, J. Elaboración de curvas de crecimiento y absorción de nutrimentos del cultivo de fresa (*Fragaria ananassa* cv. Festival) en Fraijanes, Costa Rica (Trabajo de Titulación) (Ingeniería). [en línea] Universidad de Costa Rica, Facultad de Ciencias Agroalimentarias, Escuela de Agronomía. San Pedro-Costa Rica. 2017. pp. 56-70. [Consulta 08 junio 2022]. Disponible en: <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/4902/1/42286.pdf>.

SÁNCHEZ, F. *Hidrología superficial y subterránea* [en línea]. Salamanca-España: Universidad de Salamanca, 2017. pp. 1-2. [Consulta: 03 noviembre 2021]. Disponible en: https://hidrologia.usal.es/practicas/ET/ET_hargreaves.pdf.

SIAR. *Coefficientes de cultivo* [en línea]. Madrid-España: Sistema de Información Agroclimática para el Regadío, 2018. p. 1. [Consulta: 19 abril 2022]. Disponible en: https://www.mapa.gob.es/es/desarrollo-rural/temas/gestion-sostenible-regadios/Coefficientes%20de%20cultivo_tcm30-82952.pdf.

SOTO, F. *Hidroponía familiar en sustrato: Hágalo fácil* [en línea]. San José-Costa Rica: Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2015. pp. 23-46. [Consulta: 27 septiembre 2021]. ISBN: 978-9968-877-79-4. Disponible en: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-10809.pdf>.

SQM NUTRITION. *Get to know nitrato de potasio en el manejo de nutrientes de la fresa* [en línea]. Quevedo-Ecuador: SQM nutrition, 2020. [Consulta: 08 junio 2022]. Disponible en: <https://sqmnutrition.com/essays/get-to-know-nitrato-potasio-en-fresa/>.

TECNICOAGRÍCOLA. *Estados fenológicos de la Fresa* [en línea]. España: Tecniagricola, 2013. [Consulta: 15 junio 2022]. Disponible en: <https://www.tecnicoagricola.es/estados-fenologicos-de-la-fresa/>.

TECNORIEGOVALLEY. *Determinación del contenido hídrico del suelo* [en línea]. Córdoba-Argentina: Universidad Nacional de Córdoba, 2019. pp. 1-8. [Consulta: 19 abril 2022].

Disponible en: <https://www.tecnoriegovalley.com.ar/uploads/fca-unc-determinacion-del-contenido-hidrico-del-suelo-2983.pdf>.

TELENCHANA, J. Evaluación de sustratos alternativos a base de cascarilla de arroz y compost en plántulas de pimiento (*Capsicum annuum* L.) (Trabajo de titulación) (Ingeniería). [en línea] Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Ingeniería Agronómica. Ambato-Ecuador. 2018. p 10. [Consulta: 27 septiembre 2021]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/27192/1/Tesis-188%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20557.pdf>.

TONELLI, B. *Cátedra Horticultura. Cultivo de Fresa* [en línea]. Concepción-Uruguay: Universidad Nacional de Entre Ríos, 2010. p. 2. [Consulta: 17 junio 2022]. Disponible en: <https://docplayer.es/33133629-Catedra-horticultura-cultivo-de-fresa.html>.

VENTURA, F.; et al. “Métodos de interpretación del análisis nutrimental en naranja valecia (*Citrus sinensis* L. Osbeck)”. *Terra Latinoamericana* [en línea], 2012, (México) 30(2), pp. 139-145. [Consulta: 15 junio 2022]. ISSN: 2395-8030. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v30n2/2395-8030-tl-30-02-00139.pdf>.

YAURICASA, J. Rendimiento de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch) en dos sistemas de hidroponía bajo cobertura plástico (Trabajo de titulación) (Ingeniería). [en línea] Universidad Nacional de Huancavelica, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Agronomía. Huancavelica-Perú. 2019. pp. 30-48. [Consulta: 22 abril 2022]. Disponible en: <https://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/3787/TESIS-2019-AGRONOMIA-YAURICASA%20TORNERO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

YUMBO, J. Evaluación de tres métodos para determinar los requerimientos hídricos en el cultivo de zanahoria (*Daucus carota* L.) var Chantenay en Macají, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo (Trabajo de titulación) (Ingeniería). [en línea] Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Carrera de Agronomía. Riobamba-Ecuador. 2019. pp. 24-27. [Consulta: 19 abril 2022]. Disponible en: <http://dspace.espace.edu.ec/bitstream/123456789/10353/1/13T0869.pdf>.

ZIPMEC. *La producción de Fresas* [en línea]. Anzola dell'Emilia- Italia: ZipMEC, 2017. [Consulta: 16 junio 2022]. Disponible en: <https://www.zipmec.com/es/la-produccion-de-fresas.html>.

ANEXOS

ANEXO A: UBICACIÓN DEL ENSAYO EN EL CENTRO EXPERIMENTAL TUNSHI



ANEXO B: REGISTRO DIARIO EVAPORACIÓN

Fecha	N° días	Kp			Kp interpolado	Evaporación (mm/m2)
		Hr (%)	Velocidad del viento m/s	Barlovento		
2-oct-20	0	60,25	1	1	0,65	0,00
3-oct-20	1	42,65	1	1	0,65	4,00
4-oct-20	2	42,65	1	1	0,65	10,00
5-oct-20	3	42,65	1	1	0,65	5,00
6-oct-20	4	39,6	1	1	0,55	2,00
7-oct-20	5	42,65	1	1	0,65	3,00
8-oct-20	6	39,6	1	1	0,55	4,00
9-oct-20	7	42,65	1	1	0,65	10,00
10-oct-20	8	42,65	1	1	0,65	3,00
11-oct-20	9	39,6	1	1	0,55	6,00
12-oct-20	10	39,6	1	1	0,55	5,00
13-oct-20	11	42,65	1	1	0,65	3,00
14-oct-20	12	42,65	1	1	0,65	4,00
15-oct-20	13	39,6	1	1	0,55	5,00
16-oct-20	14	42,65	1	1	0,65	5,00
17-oct-20	15	42,65	1	1	0,65	3,00
18-oct-20	16	39,6	1	1	0,55	2,00
19-oct-20	17	42,65	1	1	0,65	2,00
20-oct-20	18	42,65	1	1	0,65	2,00
21-oct-20	19	42,65	1	1	0,65	3,00
22-oct-20	20	42,65	1	1	0,55	5,00
23-oct-20	21	39,6	1	1	0,65	5,00
24-oct-20	22	39,6	1	1	0,55	3,00
25-oct-20	23	42,65	1	1	0,65	3,00
26-oct-20	24	42,65	1	1	0,65	2,00
27-oct-20	25	42,65	1	1	0,55	5,00
28-oct-20	26	39,6	1	1	0,55	3,00
29-oct-20	27	42,65	1	1	0,65	2,00
30-oct-20	28	42,65	1	1	0,65	2,00
31-oct-20	29	42,65	1	1	0,55	3,00
1-nov-20	30	39,6	1	1	0,65	4,00
2-nov-20	31	42,65	1	1	0,65	2,00
3-nov-20	32	42,65	1	1	0,55	3,00
4-nov-20	33	39,6	1	1	0,65	4,00
5-nov-20	34	42,65	1	1	0,65	2,00
6-nov-20	35	42,65	1	1	0,65	3,00
7-nov-20	36	39,6	1	1	0,55	6,00
8-nov-20	37	42,65	1	1	0,65	4,00
9-nov-20	38	42,65	1	1	0,55	2,00
10-nov-20	39	42,65	1	1	0,65	5,00
11-nov-20	40	39,6	1	1	0,65	4,00
12-nov-20	41	42,65	1	1	0,55	4,00
13-nov-20	42	42,65	1	1	0,55	1,00
14-nov-20	43	42,65	1	1	0,65	4,00
15-nov-20	44	39,6	1	1	0,65	2,00
16-nov-20	45	42,65	1	1	0,55	1,00
17-nov-20	46	42,65	1	1	0,65	3,00
18-nov-20	47	39,6	1	1	0,65	4,00
19-nov-20	48	42,65	1	1	0,55	5,00
20-nov-20	49	42,65	1	1	0,65	3,00
21-nov-20	50	39,6	1	1	0,65	4,00
22-nov-20	51	42,65	1	1	0,65	4,00
23-nov-20	52	42,65	1	1	0,55	2,00
24-nov-20	53	42,65	1	1	0,65	4,00
25-nov-20	54	39,6	1	1	0,55	5,00
26-nov-20	55	42,65	1	1	0,65	3,00
27-nov-20	56	42,65	1	1	0,65	2,00
28-nov-20	57	42,65	1	1	0,55	4,00
29-nov-20	58	39,6	1	1	0,55	2,00
30-nov-20	59	42,65	1	1	0,65	5,00
1-dic-20	60	42,65	1	1	0,65	3,00
2-dic-20	61	39,6	1	1	0,55	6,00
3-dic-20	62	42,65	1	1	0,65	2,00
4-dic-20	63	39,6	1	1	0,65	4,00
5-dic-20	64	39,6	1	1	0,55	4,00
6-dic-20	65	42,65	1	1	0,65	7,00
7-dic-20	66	42,65	1	1	0,65	2,00
8-dic-20	67	39,6	1	1	0,55	6,00
9-dic-20	68	42,65	1	1	0,65	6,00
10-dic-20	69	42,65	1	1	0,65	7,00
11-dic-20	70	42,65	1	1	0,65	3,00
12-dic-20	71	39,6	1	1	0,55	5,00
13-dic-20	72	39,6	1	1	0,55	3,00
14-dic-20	73	42,65	1	1	0,65	4,00
15-dic-20	74	42,65	1	1	0,65	5,00
16-dic-20	75	39,6	1	1	0,55	2,00
17-dic-20	76	42,65	1	1	0,65	4,00

18-dic-20	77	42,65	1	1	0,65	2,00
19-dic-20	78	39,6	1	1	0,55	3,00
20-dic-20	79	42,65	1	1	0,65	5,00
21-dic-20	80	42,65	1	1	0,65	5,00
22-dic-20	81	42,65	1	1	0,65	3,00
23-dic-20	82	39,6	1	1	0,55	2,00
24-dic-20	83	42,65	1	1	0,65	3,00
25-dic-20	84	42,65	1	1	0,65	1,00
26-dic-20	85	42,65	1	1	0,65	4,00
27-dic-20	86	39,6	1	1	0,55	4,00
28-dic-20	87	39,6	1	1	0,55	4,00
29-dic-20	88	42,65	1	1	0,65	5,00
30-dic-20	89	39,6	1	1	0,55	5,00
31-dic-20	90	42,65	1	1	0,65	4,00
1-ene-21	91	42,65	1	1	0,65	5,00
2-ene-21	92	39,6	1	1	0,55	3,00
3-ene-21	93	42,65	1	1	0,65	2,00
4-ene-21	94	42,65	1	1	0,65	2,00
5-ene-21	95	42,65	1	1	0,65	7,00
6-ene-21	96	39,6	1	1	0,55	3,00
7-ene-21	97	42,65	1	1	0,65	3,00
8-ene-21	98	42,65	1	1	0,65	4,00
9-ene-21	99	42,65	1	1	0,65	2,00
10-ene-21	100	39,6	1	1	0,55	1,00
11-ene-21	101	42,65	1	1	0,65	3,00
12-ene-21	102	39,6	1	1	0,55	2,00
13-ene-21	103	42,65	1	1	0,65	3,00
14-ene-21	104	42,65	1	1	0,65	2,00
15-ene-21	105	42,65	1	1	0,65	3,00
16-ene-21	106	39,6	1	1	0,55	4,00
17-ene-21	107	42,65	1	1	0,65	5,00
18-ene-21	108	42,65	1	1	0,65	3,00
19-ene-21	109	42,65	1	1	0,65	3,00
20-ene-21	110	39,6	1	1	0,55	3,00
21-ene-21	111	42,65	1	1	0,65	4,00
22-ene-21	112	42,65	1	1	0,65	4,00
23-ene-21	113	42,65	1	1	0,65	3,00
24-ene-21	114	39,6	1	1	0,55	2,00
25-ene-21	115	42,65	1	1	0,65	2,00
26-ene-21	116	42,65	1	1	0,65	6,00
27-ene-21	117	39,6	1	1	0,55	5,00

28-ene-21	118	42,65	1	1	0,65	3,00
29-ene-21	119	42,65	1	1	0,65	2,00
30-ene-21	120	39,6	1	1	0,55	4,00
31-ene-21	121	42,65	1	1	0,65	1,00
1-feb-21	122	42,65	1	1	0,65	2,00
2-feb-21	123	42,65	1	1	0,65	5,00
3-feb-21	124	39,6	1	1	0,55	5,00
4-feb-21	125	42,65	1	1	0,65	6,00
5-feb-21	126	42,65	1	1	0,65	2,00
6-feb-21	127	42,65	1	1	0,65	6,00
7-feb-21	128	39,6	1	1	0,55	2,00
8-feb-21	129	42,65	1	1	0,65	4,00
9-feb-21	130	42,65	1	1	0,65	4,00
10-feb-21	131	39,6	1	1	0,55	5,00
11-feb-21	132	42,65	1	1	0,65	4,00
12-feb-21	133	42,65	1	1	0,65	2,00
13-feb-21	134	42,65	1	1	0,65	6,00
14-feb-21	135	42,65	1	1	0,65	3,00
15-feb-21	136	39,6	1	1	0,55	3,00
16-feb-21	137	42,65	1	1	0,65	5,00
17-feb-21	138	42,65	1	1	0,65	6,00
18-feb-21	139	42,65	1	1	0,65	4,00
19-feb-21	140	39,6	1	1	0,55	5,00
20-feb-21	141	42,65	1	1	0,65	4,00
21-feb-21	142	42,65	1	1	0,65	1,00
22-feb-21	143	39,6	1	1	0,55	6,00
23-feb-21	144	42,65	1	1	0,65	6,00
24-feb-21	145	42,65	1	1	0,65	3,00
25-feb-21	146	39,6	1	1	0,55	5,00
26-feb-21	147	42,65	1	1	0,65	3,00
27-feb-21	148	42,65	1	1	0,65	3,00
28-feb-21	149	42,65	1	1	0,65	6,00
1-mar-21	150	39,6	1	1	0,55	4,00
2-mar-21	151	42,65	1	1	0,65	6,00
3-mar-21	152	42,65	1	1	0,65	5,00
4-mar-21	153	42,65	1	1	0,65	5,00
5-mar-21	154	39,6	1	1	0,55	5,00
6-mar-21	155	42,65	1	1	0,65	5,00
7-mar-21	156	39,6	1	1	0,55	3,00
8-mar-21	157	42,65	1	1	0,65	4,00

9-mar-21	158	42,65	1	1	0,65	4,00
10-mar-21	159	39,6	1	1	0,55	5,00
11-mar-21	160	39,6	1	1	0,55	5,00
12-mar-21	161	42,65	1	1	0,65	3,00
13-mar-21	162	42,65	1	1	0,65	3,00
14-mar-21	163	39,6	1	1	0,55	4,00
15-mar-21	164	42,65	1	1	0,65	3,00
16-mar-21	165	42,65	1	1	0,65	4,00
17-mar-21	166	39,6	1	1	0,55	5,00
18-mar-21	167	42,65	1	1	0,65	5,00
19-mar-21	168	42,65	1	1	0,65	4,00
20-mar-21	169	42,65	1	1	0,65	1,00
21-mar-21	170	42,65	1	1	0,65	2,00
22-mar-21	171	39,6	1	1	0,55	5,00
23-mar-21	172	39,6	1	1	0,55	4,00
24-mar-21	173	42,65	1	1	0,65	4,00
25-mar-21	174	42,65	1	1	0,65	3,00
26-mar-21	175	42,65	1	1	0,65	3,00

27-mar-21	176	39,6	1	1	0,55	5,00
28-mar-21	177	42,65	1	1	0,65	5,00
29-mar-21	178	42,65	1	1	0,65	2,00
30-mar-21	179	42,65	1	1	0,65	5,00
31-mar-21	180	39,6	1	1	0,55	7,00
1-abr-21	181	42,65	1	1	0,65	4,00
2-abr-21	182	42,65	1	1	0,65	3,00
3-abr-21	183	39,6	1	1	0,55	3,00
4-abr-21	184	42,65	1	1	0,65	4,00
5-abr-21	185	42,65	1	1	0,65	2,00
6-abr-21	186	39,6	1	1	0,55	5,00
7-abr-21	187	42,65	1	1	0,65	3,00
8-abr-21	188	42,65	1	1	0,65	3,00
9-abr-21	189	42,65	1	1	0,65	1,00
10-abr-21	190	39,6	1	1	0,55	1,00
11-abr-21	191	42,65	1	1	0,65	2,00
12-abr-21	192	42,65	1	1	0,65	3,00
13-abr-21	193	42,65	1	1	0,65	4,00
14-abr-21	194	39,6	1	1	0,55	5,00
15-abr-21	195	42,65	1	1	0,65	4,00

ANEXO C: ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA VARIEDAD MONTEREY EN CANAL ABIERTO (T1)

Costos T1 (Monterey x canal abierto)					
Rubros	unidad	cantidad	P. unitario	P. total	%
Invernadero	m2	10000	7,5	15000	
Sub total				15000	20,32
construcción estructura					
postes	unidad	20000	1,5	30000	
carevacas	unidad	5600	0,52	2912	
tabla	unidad	417	1,1	458,7	
cable de acero	rollo 1000m	50	170	8500	
plástico canaleta	rollo	23	220	5060	
clavos 3"	libra	50	1,2	60	
tornillo 1"	ciento	112	1	112	
muertos	unidad	800	3	2400	
tensores	unidad	800	1,7	1360	
Mano de obra	jornal	400	15	6000	
Sustrato	saco	2500	7	17500	
Sub total				14872,54	20,14
Sistema de riego					
Sistema de riego	unidad	10000	1,4	4666,67	
Sub total				4666,67	6,32
Planta					
Planta	unidad	80000	0,23	9200	
Sub total				9200	12,46
Fertilizantes /año					
Nitrato de calcio	saco	111	27,5	3052,5	
Fosfato mono potásico	saco	27	71,5	1930,5	
Nitrato de potasio	saco	68	60,5	4114	
Sulfato de magnesio	saco	88	24,75	2178	
Sulfato de potasio	saco	35	49,5	1732,5	
Micro nutrientes	saco	5,7	374	2131,8	
Sub total				15139,3	20,51
Trasplante					
Mano de obra	jornal	50	15	750	
Enraizante	litro	1	18	18	
Sub total				768	1,04
Control fitosanitario					
Abamectina	litro	1	15	15	
Engeo	litro	1	36	36	
Carbonato de hidrógeno de potásio	libra	20	1,2	24	
Mano de obra	jornal	3	15	45	
Sub total				120	0,16
Labores culturales					
Podas	jornal	10	15	150	
Cosechas	jornal	480	15	7200	
Sub total				7350	9,96
TOTAL				67116,51	
Imprevistos 10%				6711,650667	9,09
GRAN TOTAL				73828,16	100,00
CATEGORIAS	Tn	PVP/Tn	SUB TOTAL	TOTAL	
PRIMERA	12,47	2142,850	26726,99662	26727,00	
SEGUNDA	20,28	1860,0	37723,6272	37723,63	
TERCERA	14,83	900,0	13349,124	13349,12	
CUARTA	14,67	500,0	7334	7334,00	
TOTAL	62,25			85133,75	
TOTAL INGRESO BRUTO		85133,75			
BENEFICIO/COSTO					
INGRESO TOTAL		85.133,75			
COSTO TOTAL		73.828,16			
BENEFICIO/COSTO		1,15313386			
RENTABILIDAD		15 %			

ANEXO D: ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA VARIEDAD MONTEREY EN MANGAS (T2)

Costos T2 (Monterey x mangas)					
Rubros	unidad	cantidad	P. unitario	P. total	%
Invernadero	m2	10000	7,5	15000	
Sub total				15000	
construcción estructura					
postes	unidad	20000	1,5	30000	
tabla	unidad	1668	1,1	1834,8	
clavos 3"	libra	50	1,2	60	
tornillo 1"	ciento	112	1	112	
Mano de obra	jornal	400	15	6000	
Sustrato	saco	2500	7	17500	
Sub total				17101,36	
Sistema de riego					
Sistema de riego	unidad	10000	1,4	4666,67	
Sub total				4666,666667	
Planta					
Planta	unidad	80000	0,23	9200	
Sub total				9200	
Fertilizantes /año					
Nitrato de calcio	saco	111	27,5	3052,5	
Fosfato mono potásico	saco	27	71,5	1930,5	
Nitrato de potasio	saco	68	60,5	4114	
Sulfato de magnesio	saco	88	24,75	2178	
Sulfato de potasio	saco	35	49,5	1732,5	
Micro nutrientes	saco	5,7	374	2131,8	
Sub total				15139,3	
Trasplante					
Mano de obra	jornal	50	15	750	
Enraizante	litro	1	18	18	
Sub total				768	
Control fitosanitario					
Abamectina	litro	1	15	15	
Engeo	litro	1	36	36	
Carbonato de hidrógeno de potásio	libra	20	1,2	24	
Mano de obra	jornal	3	15	45	
Sub total				120	
Labores culturales					
Podas	jornal	10	15	150	
Cosechas	jornal	480	15	7200	
Sub total				7350	
TOTAL				69345,32667	
Imprevistos 10%				6934,532667	
GRAN TOTAL				76279,85933	

CATEGORIAS	Tn/Ha	PVP/Tn	SUB TOTAL	TOTAL
PRIMERA	11,80	2142,850	25278,34431	25278,34
SEGUNDA	19,54	1860,0	36344,4	36344,40
TERCERA	14,69	900,0	13222,908	13222,91
CUARTA	14,69	500,0	7343,66	7343,66
TOTAL	60,72			82189,31

TOTAL INGRESO BRUTO 82189,31

BENEFICIO/COSTO	
INGRESO TOTAL	82.189,31
COSTO TOTAL	76.279,86
BENEFICIO/COSTO	1,08

RENTABILIDAD 8 %

ANEXO E: ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA VARIEDAD ALBIÓN EN CANAL ABIERTO (T3)

Costos T3 (Albión x canal abierto)					
Rubros	unidad	cantidad	P. unitario	P. total	%
Invernadero	m2	10000	7,5	15000	
Sub total				15000	
construcción estructura					
postes	unidad	20000	1,5	30000	
carevacas	unidad	5600	0,52	2912	
tabla	unidad	417	1,1	458,7	
cable de acero	rollo 1000m	50	170	8500	
plástico canaleta	rollo	23	220	5060	
clavos 3"	libra	50	1,2	60	
tornillo 1"	ciento	112	1	112	
muertos	unidad	800	3	2400	
tensores	unidad	800	1,7	1360	
Mano de obra	jornal	400	15	6000	
Sustrato	saco	2500	7	17500	
Sub total				14872,54	
Sistema de riego					
Sistema de riego	unidad	10000	1,4	4666,67	
Sub total				4666,666667	
Planta					
Planta	unidad	80000	0,225	9000	
Sub total				9000	
Fertilizantes /año					
Nitrato de calcio	saco	111	27,5	3052,5	
Fosfato mono potásico	saco	27	71,5	1930,5	
Nitrato de potasio	saco	68	60,5	4114	
Sulfato de magnesio	saco	88	24,75	2178	
Sulfato de potasio	saco	35	49,5	1732,5	
Micro nutrientes	saco	5,7	374	2131,8	
Sub total				15139,3	
Trasplante					
Mano de obra	jornal	50	15	750	
Enraizante	litro	1	18	18	
Sub total				768	
Control fitosanitario					
Abamectina	litro	1	15	15	
Engeo	litro	1	36	36	
Carbonato de hidrógeno de potásio	libra	20	1,2	24	
Mano de obra	jornal	3	15	45	
Sub total				120	
Labores culturales					
Podas	jornal	10	15	150	
Cosechas	jornal	480	15	7200	
Sub total				7350	
TOTAL				66916,50667	
Imprevistos 10%				6691,650667	
GRAN TOTAL				73608,15733	
CATEGORIAS	tn	PVP/tn	SUB TOTAL	TOTAL	
PRIMERA	27,80	2142,850	59568,05858	59568,06	
SEGUNDA	24,88	1860,0	46281,264	46281,26	
TERCERA	59,47	900,0	53520,048	53520,05	
CUARTA	20,00	500,0	10001,22	10001,22	
TOTAL	132,15			169370,59	
TOTAL INGRESO BRUTO				169370,59	
BENEFICIO/COSTO					
INGRESO TOTAL				169.370,59	
COSTO TOTAL				73.608,16	
BENEFICIO/COSTO				2,30	
RENTABILIDAD				130,10 %	

ANEXO F: ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA VARIEDAD ALBIÓN EN MANGAS (T4)

Costos T4 (Albión x mangas)					
Rubros	unidad	cantidad	P. unitario	P. total	%
Invernadero	m2	10000	7,5	15000	
Sub total				15000	
construcción estructura					
postes	unidad	20000	1,5	30000	
tabla	unidad	1668	1,1	1834,8	
clavos 3"	libra	50	1,2	60	
tornillo 1"	ciento	112	1	112	
Mano de obra	jornal	400	15	6000	
Sustrato	saco	2500	7	17500	
Sub total				17101,36	
Sistema de riego					
Sistema de riego	unidad	10000	1,4	4666,67	
Sub total				4666,66667	
Planta					
Planta	unidad	80000	0,225	9000	
Sub total				9000	
Fertilizantes /año					
Nitrato de calcio	saco	111	27,5	3052,5	
Fosfato mono potásico	saco	27	71,5	1930,5	
Nitrato de potasio	saco	68	60,5	4114	
Sulfato de magnesio	saco	88	24,75	2178	
Sulfato de potasio	saco	35	49,5	1732,5	
Micro nutrientes	saco	5,7	374	2131,8	
Sub total				15139,3	
Trasplante					
Mano de obra	jornal	50	15	750	
Enraizante	litro	1	18	18	
Sub total				768	
Control fitosanitario					
Abamectina	litro	1	15	15	
Engco	litro	1	36	36	
Carbonato de hidrógeno de potasio	libra	20	1,2	24	
Mano de obra	jornal	3	15	45	
Sub total				120	
Labores culturales					
Podas	jornal	10	15	150	
Cosechas	jornal	480	15	7200	
Sub total				7350	
TOTAL				69145,32667	
Imprevistos 10%				6914,532667	
GRAN TOTAL				76059,85933	

CATEGORIAS	Tn	PVP/Tn	SUB TOTAL	TOTAL
PRIMERA	26,36	2142,850	56483,07458	56483,07
SEGUNDA	23,42	1860,0	43563,3576	43563,36
TERCERA	59,37	900,0	53432,136	53432,14
CUARTA	19,88	500,0	9938,36	9938,36
TOTAL	129,03			163416,93

TOTAL INGRESO BRUTO 163416,93

BENEFICIO/COSTO	
INGRESO TOTAL	163.416,93
COSTO TOTAL	76.059,86
BENEFICIO/COSTO	2,15

RENTABILIDAD 115 %

ANEXO G: ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA VARIEDAD SAN ANDREAS EN CANAL ABIERTO (T5)

Costos T5 (San Andreas x canal abierto)					
Rubros	unidad	cantidad	P. unitario	P. total	%
Invernadero	m2	10000	7,5	15000	
Sub total				15000	
construcción estructura					
postes	unidad	20000	1,5	30000	
carevacas	unidad	5600	0,52	2912	
tabla	unidad	417	1,1	458,7	
cable de acero	rollo 1000m	50	170	8500	
plástico canaleta	rollo	23	220	5060	
clavos 3"	libra	50	1,2	60	
tornillo 1"	ciento	112	1	112	
muertos	unidad	800	3	2400	
tensores	unidad	800	1,7	1360	
Mano de obra	jornal	400	15	6000	
Sustrato	saco	2500	7	17500	
Sub total				14872,54	
Sistema de riego					
Sistema de riego	unidad	10000	1,4	4666,67	
Sub total				4666,666667	
Planta					
Planta	unidad	80000	0,23	9200	
Sub total				9200	
Fertilizantes /año					
Nitrato de calcio	saco	111	27,5	3052,5	
Fosfato mono potásico	saco	27	71,5	1930,5	
Nitrato de potasio	saco	68	60,5	4114	
Sulfato de magnesio	saco	88	24,75	2178	
Sulfato de potasio	saco	35	49,5	1732,5	
Micro nutrientes	saco	5,7	374	2131,8	
Sub total				15139,3	
Trasplante					
Mano de obra	jornal	50	15	750	
Enraizante	litro	1	18	18	
Sub total				768	
Control fitosanitario					
Abamectina	litro	1	15	15	
Engeo	litro	1	36	36	
Carbonato de hidrógeno de potásio	libra	20	1,2	24	
Mano de obra	jornal	3	15	45	
Sub total				120	
Labores culturales					
Podas	jornal	10	15	150	
Cosechas	jornal	480	15	7200	
Sub total				7350	
TOTAL				67116,50667	
Imprevistos 10%				6711,650667	
GRAN TOTAL				73828,15733	
CATEGORIAS	Tn	PVP/Tn	SUB TOTAL	TOTAL	
PRIMERA	17,33	2142,850	37144,16	37144,16	
SEGUNDA	23,09	1860,0	42943,46	42943,46	
TERCERA	42,24	900,0	38020,39	38020,39	
CUARTA	23,06	500,0	11531,04	11531,04	
TOTAL	105,73			129639,05	
TOTAL INGRESO BRUTO		129639,05			
BENEFICIO/COSTO					
INGRESO TOTAL	129.639,05				
COSTO TOTAL	73.828,16				
BENEFICIO/COSTO	1,76				
RENTABILIDAD	76 %				

ANEXO H: ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA VARIEDAD SAN ANDREAS EN MANGAS
(T6)

Costos T6 (San Andreas x mangas)					
Rubros	unidad	cantidad	P. unitario	P. total	%
Invernadero	m2	10000	7,5	15000	
Sub total				15000	
construcción estructura					
postes	unidad	20000	1,5	30000	
tabla	unidad	1668	1,1	1834,8	
clavos 3"	libra	50	1,2	60	
tornillo 1"	ciento	112	1	112	
Mano de obra	jornal	400	15	6000	
Sustrato	saco	2500	7	17500	
Sub total				17101,36	
Sistema de riego					
Sistema de riego	unidad	10000	1,4	4666,67	
Sub total				4666,66667	
Planta					
Planta	unidad	80000	0,23	9200	
Sub total				9200	
Fertilizantes /año					
Nitrato de calcio	saco	111	27,5	3052,5	
Fosfato mono potásico	saco	27	71,5	1930,5	
Nitrato de potasio	saco	68	60,5	4114	
Sulfato de magnesio	saco	88	24,75	2178	
Sulfato de potasio	saco	35	49,5	1732,5	
Micro nutrientes	saco	5,7	374	2131,8	
Sub total				15139,3	
Trasplante					
Mano de obra	jornal	50	15	750	
Enraizante	litro	1	18	18	
Sub total				768	
Control fitosanitario					
Abamectina	litro	1	15	15	
Engeo	litro	1	36	36	
Carbonato de hidrógeno de potásio	libra	20	1,2	24	
Mano de obra	jornal	3	15	45	
Sub total				120	
Labores culturales					
Podas	jornal	10	15	150	
Cosechas	jornal	480	15	7200	
Sub total				7350	
TOTAL				69345,32667	
Imprevistos 10%				6934,532667	
GRAN TOTAL				76279,85933	
CATEGORIAS					
	Tn	PVP/Tn	SUB TOTAL	TOTAL	
PRIMERA	16,91	2142,850	36232,59	36232,59	
SEGUNDA	21,54	1860,0	40055,92	40055,92	
TERCERA	42,74	900,0	38463,16	38463,16	
CUARTA	22,99	500,0	11495,1	11495,10	
TOTAL	104,17			126246,77	
TOTAL INGRESO BRUTO		126246,77			
BENEFICIO/COSTO					
INGRESO TOTAL	126.246,77				
COSTO TOTAL	76.279,86				
BENEFICIO/COSTO	1,66				
RENTABILIDAD	65,50 %				

ANEXO I: ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA VARIEDAD CABRILLO EN CANAL ABIERTO (T7)

Costos T7 (Cabrillo x canal abierto)					
Rubros	unidad	cantidad	P. unitario	P. total	%
Invernadero	m2	10000	7,5	15000	
Sub total				15000	
construcción estructura					
postes	unidad	20000	1,5	30000	
carevacas	unidad	5600	0,52	2912	
tabla	unidad	417	1,1	458,7	
cable de acero	rollo 1000m	50	170	8500	
plástico canaleta	rollo	23	220	5060	
clavos 3"	libra	50	1,2	60	
tornillo 1"	ciento	112	1	112	
muertos	unidad	800	3	2400	
tensores	unidad	800	1,7	1360	
Mano de obra	jornal	400	15	6000	
Sustrato	saco	2500	7	17500	
Sub total				14872,54	
Sistema de riego					
Sistema de riego	unidad	10000	1,4	4666,67	
Sub total				4666,66667	
Planta					
Planta	unidad	80000	0,234	9360	
Sub total				9360	
Fertilizantes /año					
Nitrato de calcio	saco	111	27,5	3052,5	
Fosfato mono potásico	saco	27	71,5	1930,5	
Nitrato de potasio	saco	68	60,5	4114	
Sulfato de magnesio	saco	88	24,75	2178	
Sulfato de potasio	saco	35	49,5	1732,5	
Micro nutrientes	saco	5,7	374	2131,8	
Sub total				15139,3	
Trasplante					
Mano de obra	jornal	50	15	750	
Enraizante	litro	1	18	18	
Sub total				768	
Control fitosanitario					
Abamectina	litro	1	15	15	
Engeo	litro	1	36	36	
Carbonato de hidrógeno de potásio	libra	20	1,2	24	
Mano de obra	jornal	3	15	45	
Sub total				120	
Labores culturales					
Podas	jornal	10	15	150	
Cosechas	jornal	480	15	7200	
Sub total				7350	
TOTAL				67276,50667	
Imprevistos 10%				6727,650667	
GRAN TOTAL				74004,15733	
CATEGORIAS					
	Tn	PVP/Tn	SUB TOTAL	TOTAL	
PRIMERA	24,13	2142,850	51704,06	51704,06	
SEGUNDA	23,53	1860,0	43764,91	43764,91	
TERCERA	53,53	900,0	48178,62	48178,62	
CUARTA	30,77	500,0	15383,66	8461,01	
TOTAL	131,96			152108,60	
TOTAL INGRESO BRUTO		152108,60			
BENEFICIO/COSTO					
INGRESO TOTAL		152.108,60			
COSTO TOTAL		74.004,16			
BENEFICIO/COSTO		2,06			
RENTABILIDAD		106 %			

ANEXO J: ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA VARIEDAD CABRILLO EN MANGAS (T8)

Costos T8 (Cabrillo x mangas)					
Rubros	unidad	cantidad	P. unitario	P. total	%
Invernadero	m2	10000	7,5	15000	
Sub total				15000	
construcción estructura					
postes	unidad	20000	1,5	30000	
tabla	unidad	1668	1,1	1834,8	
clavos 3"	libra	50	1,2	60	
tornillo 1"	ciento	112	1	112	
Mano de obra	jornal	400	15	6000	
Sustrato	saco	2500	7	17500	
Sub total				17101,36	
Sistema de riego					
Sistema de riego	unidad	10000	1,4	4666,67	
Sub total				4666,66667	
Planta					
Planta	unidad	80000	0,234	9360	
Sub total				9360	
Fertilizantes /año					
Nitrato de calcio	saco	111	27,5	3052,5	
Fosfato mono potásico	saco	27	71,5	1930,5	
Nitrato de potasio	saco	68	60,5	4114	
Sulfato de magnesio	saco	88	24,75	2178	
Sulfato de potasio	saco	35	49,5	1732,5	
Micro nutrientes	saco	5,7	374	2131,8	
Sub total				15139,3	
Trasplante					
Mano de obra	jornal	50	15	750	
Enraizante	litro	1	18	18	
Sub total				768	
Control fitosanitario					
Abamectina	litro	1	15	15	
Engeo	litro	1	36	36	
Carbonato de hidrógeno de potásio	libra	20	1,2	24	
Mano de obra	jornal	3	15	45	
Sub total				120	
Labores culturales					
Podas	jornal	10	15	150	
Cosechas	jornal	480	15	7200	
Sub total				7350	
TOTAL				69505,32667	
Imprevistos 10%				6950,532667	
GRAN TOTAL				76455,85933	
CATEGORIAS	Tn	PVP/tn	SUB TOTAL	TOTAL	
PRIMERA	23,81	2142,850	51029,32	51029,32	
SEGUNDA	23,64	1860,0	43962,51	24179,38	
TERCERA	53,14	900,0	47828,39	26305,62	
CUARTA	30,96	500,0	15481,16	8514,64	
TOTAL	131,55			110028,95	
TOTAL INGRESO BRUTO		110028,95			
BENEFICIO/COSTO					
INGRESO TOTAL	110.028,95				
COSTO TOTAL	76.455,86				
BENEFICIO/COSTO	1,44				
RENTABILIDAD	44	%			

ANEXO K: RESULTADO DEL ANÁLISIS DE AGUA



Agrarprojekt S.A.
 Urb. El Condado, Calle V #941 y Av. A, Quito
 Tel: 02-2490575/02-2492148/0984-034148
 agrarprojekt@cablemodem.com.ec
 info@agrarprojekt.com
 www.agrarprojekt.com

RESULTADOS

Código Agrarprojekt:

ECI-021220

Pág 2/2

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA	
Tipo de Muestra:	Agua de Riego
Número de Muestra:	# 1
Información Proporcionada por el Cliente:	Estación Experimental Tunshi-Espoch, Licto, Riobamba

Contenido de macro- y microelementos en mg / l (equivalente a ppm)

Análisis	Unidades	*Recomendación: Agua de Riego para Cultivos Agrícolas Intensivos	Resultado
pH	-	5.4 - 8.8	8.2
Conductividad (CE)	mS/cm	< 1.0 (ideal: < 0.5)	0.33
Dureza Total	-	-	-
Clasificación	-	-	agua blanda
Grado Dureza °d	°d	-	5.9
Dureza en mmol/l	mmol/l	-	1.1
Dureza equivalente CaCO ₃ en ppm	mg/l	< 275	106
(RAS)	-	< 6 (ideal: < 3)	0.93
Nitrato (NO ₃)	mg/l	< 30	2.7
Fosfato (PO ₄)	mg/l	< 15	1.4
Sulfato (SO ₄)	mg/l	< 72	31.3
Cloruro (Cl ⁻)	mg/l	< 106 (ideal: < 53)	10.8
Bicarbonato (HCO ₃)	mg/l	< 183	141
∑ Aniones	meq/l	-	3.36
Amonio (NH ₄)	mg/l	< 4.5	0.52
Potasio (K)	mg/l	< 20	5.3
Magnesio (Mg)	mg/l	< 30	13.2
Calcio (Ca)	mg/l	< 60	20.6
Sodio (Na)	mg/l	< 70 (ideal: < 35)	22.0
∑ Cationes	meq/l	-	3.23
Hierro (Fe)	mg/l	< 1.5	0.654
Manganeso (Mn)	mg/l	< 0.5	0.043
Cobre (Cu)	mg/l	< 0.1	0.074
Zinc (Zn)	mg/l	< 0.3	0.054
Boro (B)	mg/l	< 0.3	0.116

* Fuente: D. W. Reed. Water, Media y Nutrition. Bell Publishing, 311 pp.

- = No Aplica

Nota: - Los datos y resultados están basados en la información y muestras entregadas por el cliente para quien se ha realizado este informe de manera exclusiva y confidencial.

- La fecha de ensayo y los métodos utilizados están a disposición del cliente cuando lo requiera.

- El Laboratorio no realizó el muestreo por lo tanto no certifica el origen de las muestras.

- Prohíbe la reproducción total o parcial de Los resultados. No procede copia.

Agrarprojekt S.A.
 Dr. Karl Sponagel
 Director del Laboratorio

ANEXO L: RESULTADO DEL ANÁLISIS FOLIAR PARA LA FASE DE DESARROLLO

MC-LASPA-2201-01



INFORME DE ENSAYO No: 21-0114

NOMBRE DEL CLIENTE: INIAP Estación Santa Catalina- ESPOCH
 PETICIONARIO: INIAP Estación Santa Catalina- ESPOCH
 EMPRESA/INSTITUCIÓN: INIAP Estación Santa Catalina- ESPOCH
 DIRECCIÓN: Panamericana Sur Km 1 Cutuglagua

FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 11/02/2021
 HORA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 8:30
 FECHA DE ANÁLISIS: 17/02/2021
 FECHA DE EMISIÓN: 23/02/2021
 ANÁLISIS SOLICITADO: TEJIDO 2

Análisis	N	P	K	Ca	Mg	S	Materia seca *	B	Zn	Cu	Fe	Mn	Na *	Cl *	Identificación de la muestra
Unidad	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	
21-0428	1,83	0,40	2,11	0,77	0,42	0,25		37,9	201,7	38,3	144,6	42,9			1 San Andres
21-0429	1,88	0,49	2,04	0,88	0,45	0,25		36,9	219,6	39,0	249,8	37,0			2 Cabrillo
21-0430	1,95	0,44	2,06	0,92	0,44	0,25		35,6	124,1	31,5	133,3	39,5			3 Albi6n
21-0431	1,99	0,53	2,04	1,01	0,50	0,27		46,0	299,2	27,3	163,3	48,4			4 Monterrey

OBSERVACIONES: * Ensayos no solicitados por el cliente



Firmado electr6nicamente por:
**JOSE ALONSO
 LUCERO
 MALATAY**

LABORATORISTA



Firmado electr6nicamente por:
**IVAN RODRIGO
 SAMANIEGO
 MAIGUA**

RESPONSABLE DE LABORATORIO

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobaci6n escrita del laboratorio.

Los resultados arriba indicados solo est6n relacionados con el objeto de ensayo

NOTA DE DESCARGO: La informaci6n contenida en este informe de ensayo es de car6cter confidencial, est6 dirigido 6nicamente al destinatario de la misma y solo podr6 ser usada por este. Si el lector de este correo electr6nico o fax no es el destinatario del mismo, se le notifica que cualquier copia o distribuci6n de este se encuentra totalmente prohibido. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la informaci6n.

ANEXO M: RESULTADO DEL ANÁLISIS FOLIAR PARA LA FASE DE FLORACIÓN Y FRUCTIFICACIÓN

MC-LASPA-2201-01



INFORME DE ENSAYO No: 21-0206

NOMBRE DEL CLIENTE: INIAP Estación Santa Catalina - ESPOCH
 PETICIONARIO: INIAP Estación Santa Catalina - ESPOCH
 EMPRESA/INSTITUCIÓN: INIAP Estación Santa Catalina - ESPOCH
 DIRECCIÓN: Panamericana sur km 1 sector cutuglagua

FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 23/03/2021
 HORA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 9:25
 FECHA DE ANÁLISIS: 29/03/2021
 FECHA DE EMISIÓN: 01/04/2021
 ANÁLISIS SOLICITADO: TEJIDO 2

Análisis	N	P	K	Ca	Mg	S	Materia seca *	B	Zn	Cu	Fe	Mn	Na *	Cl *	Identificación de la muestra
Unidad	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	
21-0829	1,87	0,66	2,03	0,83	0,41	0,26		42,6	344,2	16,7	163,0	50,2			1 San Andres
21-0830	1,53	0,59	2,04	0,98	0,44	0,22		36,5	169,9	29,6	115,9	49,4			2 Cabrillo
21-0831	1,57	0,62	2,32	1,07	0,41	0,24		39,0	176,3	19,9	156,8	38,0			3 Albi6n
21-0832	2,25	0,94	2,20	1,27	0,51	0,35		52,9	618,5	27,0	408,1	96,1			4 Monterrey

OBSERVACIONES:



Firmado electr6nicamente por:
**JOSE ALONSO
 LUCERO
 MALATAY**

LABORATORISTA



Firmado electr6nicamente por:
**IVAN RODRIGO
 SAMANIEGO
 MAIGUA**

RESPONSABLE DE LABORATORIO

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobaci6n escrita del laboratorio.

Los resultados arriba indicados solo est6n relacionados con el objeto de ensayo

NOTA DE DESCARGO: La informaci6n contenida en este informe de ensayo es de car6cter confidencial, est6 dirigido 6nicamente al destinatario de la misma y solo podr6 ser usada por este. Si el lector de este correo electr6nico o fax no es el destinatario del mismo, se le notifica que cualquier copia o distribuci6n de este se encuentra totalmente prohibido. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la informaci6n.

ANEXO N: RANGOS DE SUFICIENCIA DE NUTRIENTES PARA EL CULTIVO

Rangos de suficiencia de nutrientes				
Estado del cultivo	Unidades	Nutriente	DRIS	
			Minimos	Maximos
Pre-colheita	%	N	3,1	3,8
	%	P	0,5	0,9
	%	K	1,8	2,2
	%	Ca	0,6	1,3
	%	Mg	0,33	0,45
	%	S	0,19	0,23
	ppm	B	31	46
	ppm	Zn	13	28
	ppm	Mn	75	600
	ppm	Fe	70	140
	ppm	Cu	3,3	5,8
Colheita	%	N	2,4	3
	%	P	0,3	0,4
	%	K	1,3	1,8
	%	Ca	1	2,2
	%	Mg	0,28	0,42
	%	S	0,15	0,21
	ppm	B	40	70
	ppm	Zn	11	20
	ppm	Mn	65	320
	ppm	Fe	85	200
	ppm	Cu	2,6	4,9

Fuente: Llahuen, 2015, pp. 1-7

ANEXO O: CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Actividades		mes 1				mes 2				mes 3				mes 4				mes 5				mes 6				mes 7				mes 8			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Determinación del área del ensayo		■																															
Adecuación de la infraestructura		■	■																														
Trasplante				■																													
Registro de datos biométricos	Porcentaje de preclimación			■	■																												
	Altura de la planta							■				■				■				■				■				■				■	
	Análisis foliar							■				■				■				■				■				■				■	
	Apertura estomática					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Conductancia hídrica					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Contenido de sólidos solubles																	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Dureza de la corteza																	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Volumen de la fruta																	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

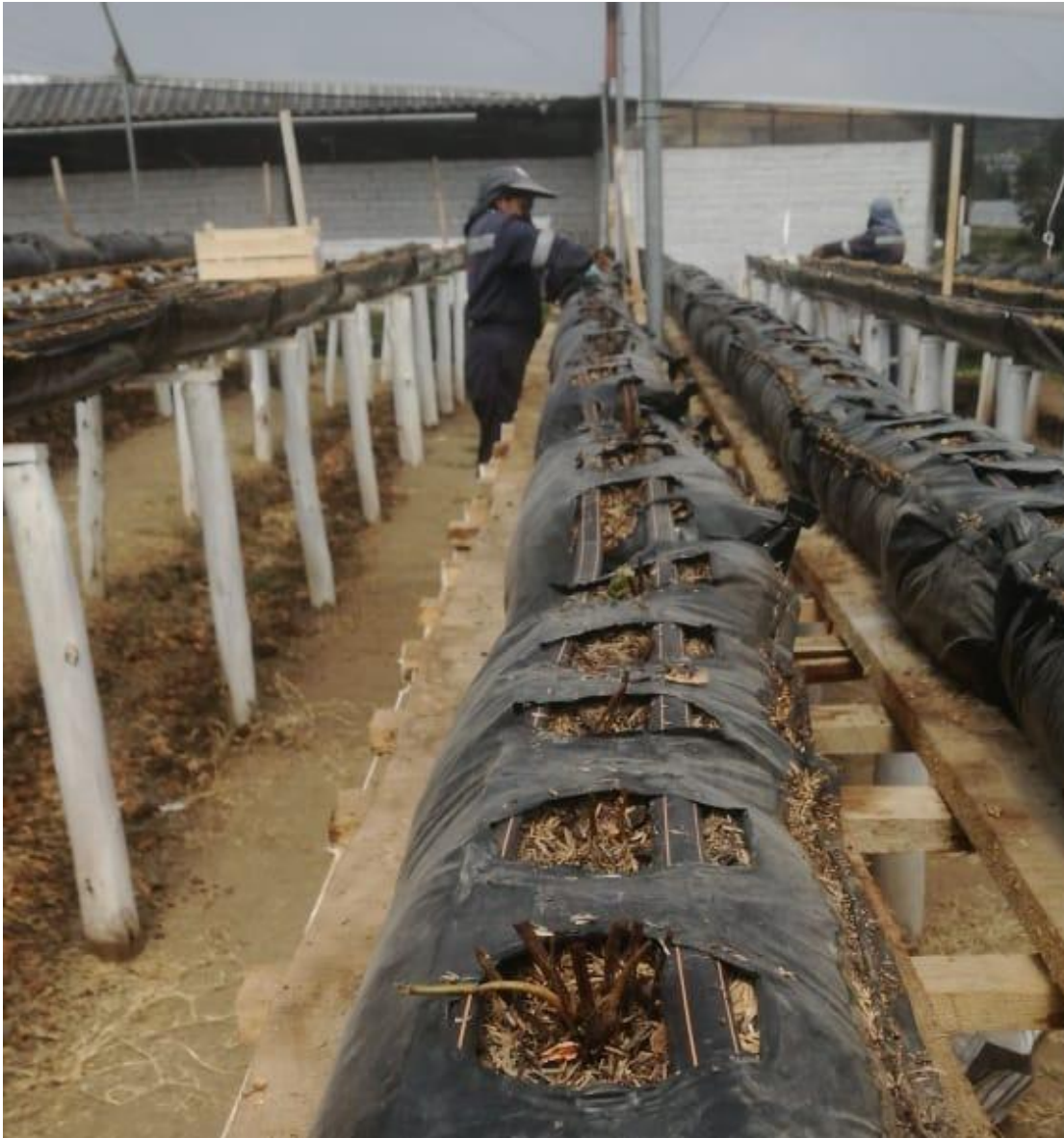
ANEXO P: ADECUACIÓN DEL ENSAYO



ANEXO Q: PREPARACIÓN DE SUSTRATO Y LLENADO DE CANALES ABIERTOS



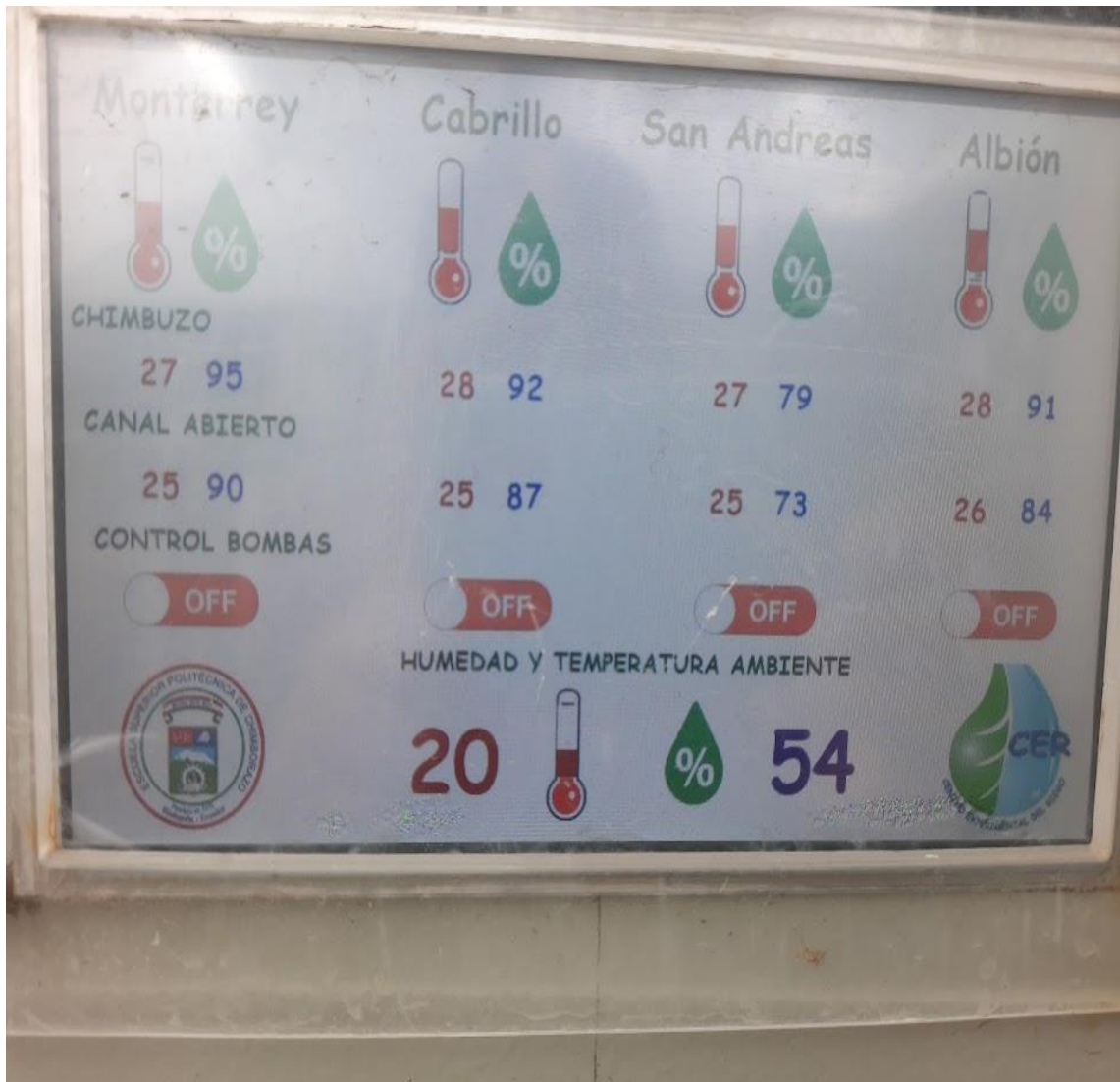
ANEXO R: TRASPLANTE



ANEXO S: PREPARACIÓN DE SOLUCIÓN NUTRITIVA



ANEXO T: REGISTRO DE TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA EN EL INVERNADERO Y TEMPERATURA DEL SUSTRATO



ANEXO U: REGISTRO DIARIO DE LA TEMPERATURA INTERNA DE LOS TRATAMIENTOS EN ESTUDIO

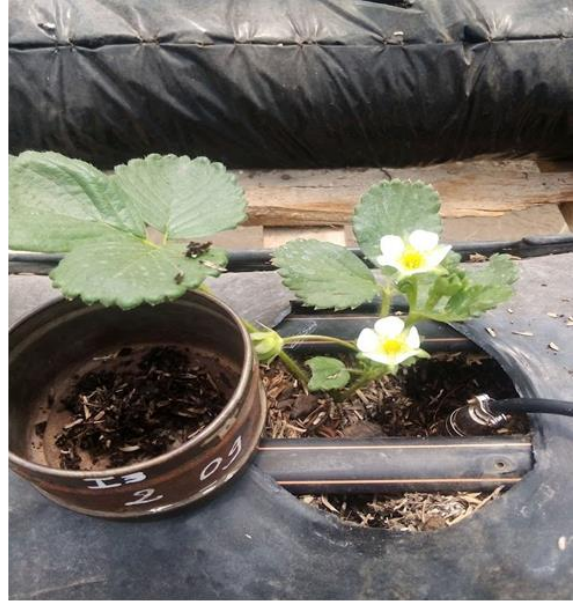
Fecha	Monterey Canal Abierto	Monterey Mangas	Albi3n Canal abierto	Albi3n Mangas	San Andreas Canal abierto	San Andreas Mangas	Cabrillo Canal abierto	Cabrillo Mangas
2/10/2020	24,52	25,08	24,42	24,72	24,42	25,38	24,22	25,34
3/10/2020	24,76	25,26	25,02	24,9	24,6	25,64	24,5	25,72
4/10/2020	24,6	25	23,96	24,66	24,46	25,56	24,08	25,34
5/10/2020	24,36	24,86	24,06	24,56	24,4	25,44	24,14	25,46
6/10/2020	25,02	25,52	25,44	25,06	24,78	25,76	24,66	25,88
7/10/2020	24,36	24,86	24,06	24,56	24,4	25,44	24,14	25,46
8/10/2020	24,62	25,12	24,48	24,72	24,58	25,56	24,3	25,62
9/10/2020	25,16	25,66	25,98	25,24	24,8	25,84	24,86	25,98
10/10/2020	24,6	25	23,96	24,66	24,46	25,56	24,08	25,34
11/10/2020	24,36	24,86	24,06	24,56	24,4	25,44	24,14	25,46
12/10/2020	25,02	25,52	25,44	25,06	24,78	25,76	24,66	25,88
13/10/2020	24,76	25,26	25,02	24,9	24,6	25,64	24,5	25,72
14/10/2020	24,6	25	23,96	24,66	24,46	25,56	24,08	25,34
15/10/2020	24,78	25,38	25,54	24,96	24,72	25,64	24,72	26
16/10/2020	24,6	25	23,96	24,66	24,46	25,56	24,08	25,34
17/10/2020	24,34	24,76	23,512	24,472	24,332	25,432	23,916	25,228
18/10/2020	25,02	25,52	25,44	25,06	24,78	25,76	24,66	25,88
19/10/2020	24,76	25,26	25,02	24,9	24,6	25,64	24,5	25,72
20/10/2020	24,6	25	23,96	24,66	24,46	25,56	24,08	25,34
21/10/2020	24,78	25,38	25,54	24,96	24,72	25,64	24,72	26
22/10/2020	24,6	25	23,96	24,66	24,46	25,56	24,08	25,34
23/10/2020	24,76	25,26	25,02	24,9	24,6	25,64	24,5	25,72
24/10/2020	24,62	25,12	24,48	24,72	24,58	25,56	24,3	25,62
25/10/2020	24,76	25,26	25,02	24,9	24,6	25,64	24,5	25,72
26/10/2020	25	25,4	24,92	25	24,66	25,76	24,44	25,6
27/10/2020	24,36	24,86	24,06	24,56	24,4	25,44	24,14	25,46
28/10/2020	24,62	25,12	24,48	24,72	24,58	25,56	24,3	25,62
29/10/2020	25,16	25,66	25,98	25,24	24,8	25,84	24,86	25,98
30/10/2020	24,6	25	23,96	24,66	24,46	25,56	24,08	25,34
31/10/2020	24,36	24,86	24,06	24,56	24,4	25,44	24,14	25,46
1/11/2020	25,02	25,52	25,44	25,06	24,78	25,76	24,66	25,88
2/11/2020	24,76	25,26	25,02	24,9	24,6	25,64	24,5	25,72
3/11/2020	24,6	25	23,96	24,66	24,46	25,56	24,08	25,34
4/11/2020	24,78	25,38	25,54	24,96	24,72	25,64	24,72	26
5/11/2020	24,6	25	23,96	24,66	24,46	25,56	24,08	25,34
6/11/2020	24,76	25,26	25,02	24,9	24,6	25,64	24,5	25,72
7/11/2020	24,62	25,12	24,48	24,72	24,58	25,56	24,3	25,62
8/11/2020	24,76	25,26	25,02	24,9	24,6	25,64	24,5	25,72
9/11/2020	25	25,4	24,92	25	24,66	25,76	24,44	25,6

10/11/2020	24,36	24,86	24,06	24,56	24,4	25,44	24,14	25,46
11/11/2020	24,62	25,12	24,48	24,72	24,58	25,56	24,3	25,62
12/11/2020	25,16	25,66	25,98	25,24	24,8	25,84	24,86	25,98
13/11/2020	24,6	25	23,96	24,66	24,46	25,56	24,08	25,34
14/11/2020	24,36	24,86	24,06	24,56	24,4	25,44	24,14	25,46
15/11/2020	25,02	25,52	25,44	25,06	24,78	25,76	24,66	25,88
16/11/2020	24,76	25,26	25,02	24,9	24,6	25,64	24,5	25,72
17/11/2020	24,6	25	23,96	24,66	24,46	25,56	24,08	25,34
18/11/2020	24,78	25,38	25,54	24,96	24,72	25,64	24,72	26
19/11/2020	24,6	25	23,96	24,66	24,46	25,56	24,08	25,34
20/11/2020	24,76	25,26	25,02	24,9	24,6	25,64	24,5	25,72
21/11/2020	24,62	25,12	24,48	24,72	24,58	25,56	24,3	25,62
22/11/2020	24,76	25,26	25,02	24,9	24,6	25,64	24,5	25,72
23/11/2020	25	25,4	24,92	25	24,66	25,76	24,44	25,6
24/11/2020	24,36	24,86	24,06	24,56	24,4	25,44	24,14	25,46
25/11/2020	24,62	25,12	24,48	24,72	24,58	25,56	24,3	25,62
26/11/2020	25,16	25,66	25,98	25,24	24,8	25,84	24,86	25,98
27/11/2020	24,6	25	23,96	24,66	24,46	25,56	24,08	25,34
28/11/2020	24,36	24,86	24,06	24,56	24,4	25,44	24,14	25,46
29/11/2020	25,02	25,52	25,44	25,06	24,78	25,76	24,66	25,88
30/11/2020	24,76	25,26	25,02	24,9	24,6	25,64	24,5	25,72
1/12/2020	24,6	25	23,96	24,66	24,46	25,56	24,08	25,34
2/12/2020	24,78	25,38	25,54	24,96	24,72	25,64	24,72	26
3/12/2020	24,6	25	23,96	24,66	24,46	25,56	24,08	25,34
4/12/2020	24,76	25,26	25,02	24,9	24,6	25,64	24,5	25,72
5/12/2020	24,62	25,12	24,48	24,72	24,58	25,56	24,3	25,62
6/12/2020	24,76	25,26	25,02	24,9	24,6	25,64	24,5	25,72
7/12/2020	25	25,4	24,92	25	24,66	25,76	24,44	25,6
8/12/2020	24,36	24,86	24,06	24,56	24,4	25,44	24,14	25,46
9/12/2020	24,62	25,12	24,48	24,72	24,58	25,56	24,3	25,62
10/12/2020	25,16	25,66	25,98	25,24	24,8	25,84	24,86	25,98
11/12/2020	24,6	25	23,96	24,66	24,46	25,56	24,08	25,34
12/12/2020	24,36	24,86	24,06	24,56	24,4	25,44	24,14	25,46
13/12/2020	25,02	25,52	25,44	25,06	24,78	25,76	24,66	25,88
14/12/2020	24,76	25,26	25,02	24,9	24,6	25,64	24,5	25,72
15/12/2020	24,6	25	23,96	24,66	24,46	25,56	24,08	25,34
16/12/2020	24,78	25,38	25,54	24,96	24,72	25,64	24,72	26
17/12/2020	24,6	25	23,96	24,66	24,46	25,56	24,08	25,34
18/12/2020	24,76	25,26	25,02	24,9	24,6	25,64	24,5	25,72
19/12/2020	24,62	25,12	24,48	24,72	24,58	25,56	24,3	25,62
20/12/2020	24,76	25,26	25,02	24,9	24,6	25,64	24,5	25,72
21/12/2020	25	25,4	24,92	25	24,66	25,76	24,44	25,6
22/12/2020	24,36	24,86	24,06	24,56	24,4	25,44	24,14	25,46
23/12/2020	24,62	25,12	24,48	24,72	24,58	25,56	24,3	25,62
24/12/2020	25,16	25,66	25,98	25,24	24,8	25,84	24,86	25,98
25/12/2020	24,452	24,892	23,916	24,588	24,4	25,488	24,072	25,356

26/12/2020	24,36	24,86	24,06	24,56	24,4	25,44	24,14	25,46
27/12/2020	25,02	25,52	25,44	25,06	24,78	25,76	24,66	25,88
28/12/2020	24,76	25,26	25,02	24,9	24,6	25,64	24,5	25,72
29/12/2020	24,78	25,38	25,54	24,96	24,72	25,64	24,72	26
30/12/2020	24,78	25,38	25,54	24,96	24,72	25,64	24,72	26
31/12/2020	24,6	25	23,96	24,66	24,46	25,56	24,08	25,34
1/1/2021	24,62	25,12	24,48	24,72	24,58	25,56	24,3	25,62
2/1/2021	24,62	25,12	24,48	24,72	24,58	25,56	24,3	25,62
3/1/2021	24,76	25,26	25,02	24,9	24,6	25,64	24,5	25,72
4/1/2021	25	25,4	24,92	25	24,66	25,76	24,44	25,6
5/1/2021	24,36	24,86	24,06	24,56	24,4	25,44	24,14	25,46
6/1/2021	24,62	25,12	24,48	24,72	24,58	25,56	24,3	25,62
7/1/2021	25,16	25,66	25,98	25,24	24,8	25,84	24,86	25,98
8/1/2021	24,6	25	23,96	24,66	24,46	25,56	24,08	25,34
9/1/2021	24,36	24,86	24,06	24,56	24,4	25,44	24,14	25,46
10/1/2021	25,02	25,52	25,44	25,06	24,78	25,76	24,66	25,88
11/1/2021	24,76	25,26	25,02	24,9	24,6	25,64	24,5	25,72
12/1/2021	24,6	25	23,96	24,66	24,46	25,56	24,08	25,34
13/1/2021	24,78	25,38	25,54	24,96	24,72	25,64	24,72	26
14/1/2021	24,6	25	23,96	24,66	24,46	25,56	24,08	25,34
15/1/2021	24,76	25,26	25,02	24,9	24,6	25,64	24,5	25,72
16/1/2021	24,62	25,12	24,48	24,72	24,58	25,56	24,3	25,62
17/1/2021	24,76	25,26	25,02	24,9	24,6	25,64	24,5	25,72
18/1/2021	25	25,4	24,92	25	24,66	25,76	24,44	25,6
19/1/2021	24,36	24,86	24,06	24,56	24,4	25,44	24,14	25,46
20/1/2021	24,62	25,12	24,48	24,72	24,58	25,56	24,3	25,62
21/1/2021	25,16	25,66	25,98	25,24	24,8	25,84	24,86	25,98
22/1/2021	24,6	25	23,96	24,66	24,46	25,56	24,08	25,34
23/1/2021	24,36	24,86	24,06	24,56	24,4	25,44	24,14	25,46
24/1/2021	25,02	25,52	25,44	25,06	24,78	25,76	24,66	25,88
25/1/2021	24,76	25,26	25,02	24,9	24,6	25,64	24,5	25,72
26/1/2021	24,6	25	23,96	24,66	24,46	25,56	24,08	25,34
27/1/2021	24,78	25,38	25,54	24,96	24,72	25,64	24,72	26
28/1/2021	24,6	25	23,96	24,66	24,46	25,56	24,08	25,34
29/1/2021	24,76	25,26	25,02	24,9	24,6	25,64	24,5	25,72
30/1/2021	24,62	25,12	24,48	24,72	24,58	25,56	24,3	25,62
31/1/2021	24,76	25,26	25,02	24,9	24,6	25,64	24,5	25,72
1/2/2021	25	25,4	24,92	25	24,66	25,76	24,44	25,6
2/2/2021	24,36	24,86	24,06	24,56	24,4	25,44	24,14	25,46
3/2/2021	24,62	25,12	24,48	24,72	24,58	25,56	24,3	25,62
4/2/2021	25,16	25,66	25,98	25,24	24,8	25,84	24,86	25,98
5/2/2021	24,36	24,86	24,06	24,56	24,4	25,44	24,14	25,46
6/2/2021	24,36	24,86	24,06	24,56	24,4	25,44	24,14	25,46
7/2/2021	25,16	25,66	25,98	25,24	24,8	25,84	24,86	25,98
8/2/2021	24,76	25,26	25,02	24,9	24,6	25,64	24,5	25,72
9/2/2021	24,6	25	23,96	24,66	24,46	25,56	24,08	25,34

10/2/2021	24,78	25,38	25,54	24,96	24,72	25,64	24,72	26
11/2/2021	24,6	25	23,96	24,66	24,46	25,56	24,08	25,34
12/2/2021	24,7	25,5	26,7	25,1	24,8	25,6	25,2	26,5

ANEXO V: CALIBRACIÓN DE LOS SENSORES DE HUMEDAD



ANEXO W: INSTALACIÓN DE TRAMPAS MONOCROMÁTICAS



ANEXO X: RECOLECCIÓN DE PLANTAS POR TRATAMIENTO PARA EL ANÁLISIS FOLIAR



ANEXO Y: COSECHA Y CLASIFICACIÓN DE LA FRUTA POR CATEGORÍA



ANEXO Z: LECTURA Y REGISTRO DE DATOS BIOMÉTRICOS

