

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA

Tema: “Evaluación del rendimiento del cultivo de fresa (*Fragaria sp*) en las variedades Albión y Monterrey mediante dos sistemas de producción en el Centro Experimental “San Francisco” cantón Huaca, provincia del Carchi.”

Trabajo de titulación previa la obtención del
título de Ingeniera en Agropecuaria

AUTORA: Paucar Guamialamá Liliana Joselyn

TUTOR: MSc. Ibarra Rosero Edison Marcelo

Tulcán, 2022

CERTIFICADO JURADO EXAMINADOR

Certificamos que la estudiante Paucar Guamialamá Liliana Joselyn con el número de cédula 0402079826 ha elaborado el trabajo de titulación: “Evaluación del rendimiento en el cultivo de fresa (*Fragaria sp*) en las variedades Albión y Monterrey mediante dos sistemas de producción en el Centro Experimental “San Francisco” cantón Huaca, provincia del Carchi.”

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de Titulación, Sustentación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizamos la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'E. Rosero', is centered on a light blue rectangular background.

MSc. Ibarra Rosero Edison Marcelo

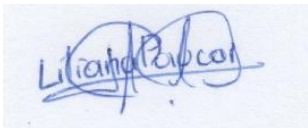
TUTOR

Tulcán, septiembre de 2022

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente trabajo de titulación constituye requisito previo para la obtención del título de **Ingeniera** en la Carrera de agropecuaria de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales

Yo, Paucar Guamialamá Liliana Joselyn con cédula de identidad número 0402079826 declaro: que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Liliana Joselyn Paucar Guamialamá', enclosed in a light blue rectangular box.

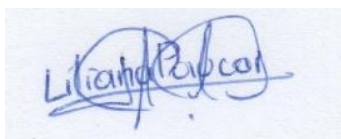
Paucar Guamialamá Liliana Joselyn

AUTORA

Tulcán, septiembre de 2022

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Paucar Guamialamá Liliana Joselyn declaro ser autor/a de los criterios emitidos en el trabajo de investigación: “Evaluación del rendimiento en el cultivo de fresa (*Fragaria sp*) en las variedades Albión y Monterrey mediante dos sistemas de producción en el Centro Experimental “San Francisco” cantón Huaca, provincia del Carchi.” y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

A handwritten signature in blue ink, reading "Liliana Paucar". The signature is stylized and written in cursive.

Paucar Guamialamá Liliana Joselyn

AUTORA

Tulcán, septiembre de 2022

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por guiarme a lo largo de toda mi vida y permitir hacer cumplir mis anhelos.

A mis padres, quienes han creído en mí siempre dándome ejemplo de superación, humildad y sacrificio.

A mis hermanos por su cariño y confianza, en especial a mi hermana Jacqueline por haberme ayudado, guiado y aconsejado desde siempre en todos los ámbitos de mi vida, a mi primo Jorge por su apoyo incondicional durante este proceso

A la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales, carrera de Agropecuaria por haberme abierto sus puertas para mi formación profesional.

A mis profesores MSc. Marcelo Ibarra, MSc. David Herrera y MSc. Paúl Ortiz por su ayuda y colaboración en la ejecución de este experimento.

DEDICATORIA

A mis padres Rosita y José por guiarme y apoyarme durante el transcurso de este camino, a mi hermano Wilmer que desde el cielo me ilumina para seguir adelante con mis proyectos.

A mi familia maravillosa quienes han contribuido a la consecución de este logro. Espero siempre contar con su valioso e incondicional apoyo.

ÍNDICE

I.	PROBLEMA	1
1.1.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.2.	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	2
1.3.	JUSTIFICACIÓN	2
1.4.	OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	3
1.4.1.	Objetivo general	3
1.4.2	Objetivos específicos	4
1.4.3	Preguntas de investigación	4
II.	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	5
2.1	Antecedentes de la Investigación	5
2.2	Marco Teórico.....	6
2.2.1	CULTIVO DE FRESA.....	6
2.2.2	VARIEDADES DE FRESA	11
2.2.3	FENOLOGÍA DE LA PLANTA DE FRESA.....	14
2.2.4	PRÁCTICAS CULTURALES	15
2.2.5	DENSIDAD DE SIEMBRA.....	16
2.2.6	FERTILIZACIÓN	17
2.2.7	PLAGAS Y ENFERMEDADES	18
2.2.8	AGRICULTURA VERTICAL	22
2.2.9	SISTEMAS DE AGRICULTURA VERTICAL	24
III.	METODOLOGÍA	27
3.1	Enfoque metodológico	27
3.1.1	Enfoque	27
3.1.2	Tipo de investigación	27
3.2	Hipótesis o idea a defender	27
3.3	Definición y operacionalización de variables.....	28
3.3.1	Definición de variables	28
3.3.2	Operacionalización de Variables	29
3.4	Métodos utilizados	30
3.4.1	Área de estudio	30

3.4.2 Superficie del ensayo	30
3.4.2 Procedimiento	31
3.5 Análisis Estadístico	34
3.5.1 Población y muestra.....	35
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	36
4.1 Análisis y discusión de resultados	36
4.1.1 Número de flores.....	36
4.1.2 Número de frutos	39
4.1.3 Rendimiento	42
4.1.4 Diámetro y longitud	45
4.1.6 Beneficio - costo.....	48
4.2 Discusión.....	49
4.2.1 Número de flores.....	49
4.2.2 Número de frutos	50
4.2.3 Rendimiento	50
4.2.4 Diámetro	51
4.2.5 Longitud	52
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	53
5.1 Conclusiones	53
5.2 Recomendaciones	53
VI. BIBLIOGRAFÍA.....	54
VII. ANEXOS.....	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Taxonomía de la fresa.....	7
Tabla 2: Composición de la fresa por cada 100 g	10
Tabla 3: Variedades de fresas cultivadas en el Ecuador	12
Tabla 4: Fertilización anual básica estimada en kilos de elemento nutricional. 18	
Tabla 5: Plagas que afectan al cultivo de fresa.	19
Tabla 6: Enfermedades que afectan al cultivo de fresa.	19
Tabla 7: Descripción de las poblaciones	27
Tabla 8: Fertilización y control sanitario	33
Tabla 9: Prueba T de Student para la variable número de flores en el sistema convencional a partir del día 140 posterior al trasplante correspondientes a los cuatro meses de evaluación.....	36
Tabla 10: Prueba T de Student para la variable número de flores en el sistema vertical a partir del día 140 posterior al trasplante correspondientes a los cuatro meses de evaluación.	37
Tabla 11: Prueba T de Student para la variable número de flores en el sistema convencional y vertical a partir del día 140 posterior al trasplante correspondientes a los cuatro meses de evaluación.	38
Tabla 12: Prueba T de Student para la variable número de frutos en el sistema convencional a partir del día 140 posterior al trasplante correspondientes a los cuatro meses de evaluación.....	39
Tabla 13: Prueba T de Student para la variable número de frutos en el sistema vertical a partir del día 140 posterior al trasplante correspondientes a los cuatro meses de evaluación.	40
Tabla 14: Prueba T de Student para la variable número de frutos en el sistema convencional y vertical a partir del día 140 posterior al trasplante correspondientes a los cuatro meses de evaluación.	41
Tabla 15: Prueba T de Student para la variable rendimiento de los frutos en el sistema convencional a partir del día 140 posterior al trasplante correspondientes a los cuatro meses de evaluación.	42
Tabla 16: Prueba T de Student para la variable rendimiento de los frutos en el sistema vertical a partir del día 140 posterior al trasplante correspondientes a los cuatro meses de evaluación.	43

Tabla 17: Prueba T de Student para la variable rendimiento de los frutos en el sistema convencional y vertical a partir del día 140 posterior al trasplante correspondientes a los cuatro meses de evaluación.	44
Tabla 18: Prueba T de Student para las variables diámetro y longitud de los frutos en el sistema convencional a partir del día 230 posterior al trasplante. .	45
Tabla 19: Prueba T de Student para las variables diámetro y longitud de los frutos en el sistema vertical a partir del día 230 posterior al trasplante.	46
Tabla 20: Prueba T de Student para las variables diámetro y longitud de los frutos en el sistema convencional y vertical a partir del día 230 posterior al trasplante correspondiente al mes de mayo.	47
Tabla 21: Análisis beneficio - costo por tratamiento	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Partes de la planta de fresa	9
Figura 2. Taxonomía y morfología de la planta de fresa.....	11
Figura 3. Fresa variedad Albión	13
Figura 4. Fresa variedad Monterrey	13
Figura 5. Propagación de las plantas de fresa de manera asexual mediante la multiplicación de estolones a partir de una planta madre	14
Figura 6. Proceso fenológico de la planta de fresa.....	15
Figura 7. Principales plagas y enfermedades del cultivo de fresa	20
Figura 8. Planta de fresa con fruto deforme debido a la deficiencia de Boro ...	21
Figura 9. Flores y frutos verdes afectados por la helada	21
Figura 10. Daños internos de frutos maduros por heladas	22
Figura 11. Sistema Vertical en mangas verticales.....	24
Figura 12. Sistema de canastillas verticales o pallet	25
Figura 13. Sistema NFT (Nutrient Film Technique)	26
Figura 14. Sistema hidropónico en pirámide	26
Figura 15. Ubicación del sitio de la investigación.	30
Figura 16. Características del ensayo.	31
Figura 17. Distribución de los tratamientos en el sistema convencional ...	¡Error!
Marcador no definido.	
Figura 18. Distribución de los tratamientos en el sistema vertical.....	¡Error!
Marcador no definido.	
Figura 19: Número de flores en el sistema convencional análisis mensual por variedad.....	37
Figura 20: Número de flores en el sistema vertical análisis mensual por variedad.....	38
Figura 21: Número de flores análisis mensual por sistema.	39
Figura 22: Número de frutos en el sistema convencional análisis mensual por variedad.....	40
Figura 23: Número de frutos en el sistema vertical análisis mensual por variedad.....	41
Figura 24: Número de frutos análisis mensual por sistema.	42

Figura 25: Rendimiento de los frutos en el sistema convencional análisis mensual por variedad.....	43
Figura 26: Rendimiento de los frutos en el sistema vertical análisis mensual por variedad.	44
Figura 27: Rendimiento de los frutos análisis mensual por sistema.	45
Figura 28: Diámetro y longitud de los frutos en el sistema convencional análisis por variedad.....	46
Figura 29: Diámetro y longitud de los frutos en el sistema vertical análisis por variedad.	47
Figura 30: Diámetro y longitud de los frutos análisis por sistema.	48

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Acta.....	59
Anexo 2: Validación Abstract	60
Anexo 3. Costos de producción del cultivo de fresa en sistema convencional	61
Anexo 4: Costos de producción del cultivo de fresa en sistema vertical.	63
Anexo 5: Realización de las mangas verticales y método de riego.	65
Anexo 6: Mezcla y llenado de sustrato en las mangas verticales	65
Anexo 7: implementación del modelo de agricultura vertical	66
Anexo 8: implementación del sistema convencional	66
Anexo 9: Vista panorámica del experimento	67
Anexo 10: Toma de datos	67
Anexo 11: Sistema Convencional mes 4 de evaluación (mayo)	68
Anexo 12: Sistema vertical mes 4 de evaluación (mayo)	68
Anexo 13: Cosecha significativa cuarto mes de evaluación.	69

RESUMEN

El cultivo de fresa ocupa un lugar importante en la producción agrícola ecuatoriana superando las 400 hectáreas de área cultivada. La agricultura vertical cumple un papel clave en la seguridad alimentaria, se enfoca en el aprovechamiento de los recursos naturales y la optimización del suelo orientado hacia un desarrollo sostenible. Esta investigación tuvo como objetivo evaluar el rendimiento del cultivo de fresa en las variedades Albión y Monterrey mediante un sistema convencional frente a un modelo de agricultura vertical. El cultivo fue implementado en el Centro Experimental San Francisco, cantón Huaca, provincia del Carchi a campo abierto, en dos poblaciones (variedades Albión y Monterrey) bajo sistema convencional y bajo sistema vertical. Se evaluó número de flores, número de frutos, rendimiento, diámetro y longitud de los frutos, beneficio-costo; se realizó cosechas semanales a partir del día 140 posterior al trasplante durante 4 meses. Las variables se analizaron mediante la prueba de T de Student para muestras independientes, de donde se concluyó que para las variables número de flores, número de frutos, rendimiento, diámetro y longitud de los frutos el mejor es la variedad monterrey bajo el sistema convencional.

Palabras Clave: fresa, agricultura vertical, Albión, Monterrey.

ABSTRACT

Strawberry is a fruit in the Ecuadorian agricultural production that exceeds 400 hectares of cultivated area. Vertical farming plays an important role in food security due to it takes advantages of natural resources and the optimization of the soil oriented towards sustainable development. The goal of this research was to evaluate the yield of strawberry cultivation in the Albion and Monterrey varieties through a conventional system versus a vertical farming model. The cultivation was implemented in Albion and Monterrey varieties in the San Francisco Experimental Center, Huaca canton, Carchi province in an open field and under a conventional and vertical system. It was evaluated the variable related to number of flowers and fruits as well as yield, diameter and length of the fruit, benefit-cost. Additionally, weekly harvests were made from day 140 after transplantation for a term of 4 months. The variables were analyzed using the Student's t-test for independent samples. Finally, it was concluded that for the aforementioned variables, the best product is the Monterrey variety grown under the conventional system.

Keywords: strawberry, vertical farming, Albion, Monterrey.

INTRODUCCIÓN

La producción del cultivo de fresa a nivel de América toma en consideración que los países más productores son Estados Unidos, México, Chile y Colombia, mencionando a Ecuador como un país que cuenta con las condiciones climáticas ideales para realizar también la implementación de este cultivo en la región Sierra (Llumiyinga, 2017).

La fresa (*fragaria s.p*) es una planta precoz de alta producción, cuyo fruto posee grandes propiedades organolépticas, vitaminas, minerales y agua haciéndolo muy apetecible en el mercado. Según Chimborazo (2014) en el Ecuador el cultivo se implementa en zonas entre los 1.300 y 2.600 metros sobre el nivel del mar con temperaturas de 15 grados aproximadamente. Las variedades que más se cultivan son Oso Grande, Diamante, Monterrey y Albión.

La implementación del cultivo de fresa ha sido de gran acogida en el sector agrícola debido a su comercialización para consumo en fresco o en la utilización de materia prima para la agroindustria (Yauricasa, 2019).

Sin embargo, la mayor parte de la producción se realiza a campo abierto utilizando un sistema convencional en suelo lo que conlleva al aumento de la pérdida de las propiedades del suelo agrícola. El Centro Ecuatoriano de Investigación Geográfica (CEDIG) (2018) menciona que en el Ecuador aproximadamente un 50% del territorio está afectado por numerosos procesos erosivos los mismos que continúan en aumento, cuando el suelo arable es desgastado el productor opta por abandonarlo y la erosión continúa hacia el subsuelo.

En la presente investigación se realizó un experimento en campo donde se implementó el cultivo de fresa en dos sistemas de producción, el uno de manera convencional y el otro en mangas verticales tomando en consideración el impacto que ha causado en el mundo el tomar como alternativa la agricultura

vertical, siendo una temática ejecutada en agricultura urbana permitiendo el maximizar la producción de diversos productos agropecuarios en espacios reducidos contribuyendo a la seguridad alimentaria y nutricional y el aprovechamiento de los recursos naturales, teniendo como objetivo evaluar el rendimiento del cultivo de fresa en las variedades Albión y Monterrey para de esta manera ofrecer opciones en sistemas de producción de agricultura que contribuyan al mejoramiento del sector agropecuario.

I. PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La agricultura representa la más alta proporción de tierra usada por el hombre. Los cultivos y los pastos invaden aproximadamente un 37 por ciento de la superficie de tierras de labranza en el mundo (FAO, 2002).

Ecuador ocupa el décimo segundo lugar como proveedor de frutas a nivel mundial, y el segundo en Sudamérica. Según el Centro de Comercio Internacional en el país existen aproximadamente 1 200 ha en producción de fresa (Macas , 2014).

Nuestro país se caracteriza por la riqueza y variedad de recursos naturales dentro de los cuales se destaca la presencia de suelos de origen volcánico con un elevado potencial agrícola. A pesar de ello, en el valle interandino al Norte de la provincia del Carchi ha sido notorio la aparición de zonas de “arenas blancas” en respuesta a un desgaste de la capa arable del suelo como consecuencia de la implementación de cultivos en pendientes prolongadas, el sobrepastoreo o las malas prácticas pecuarias y la escasa práctica de agricultura junto a principios agroecológicos que ayuden a mantener la fertilidad del suelo (GAD Carchi, 2019).

El productor para mantener y desarrollar los principales cultivos de interés comercial de la región realiza un uso intensivo y extensivo del suelo agrícola porque al realizarlo obtiene mayores beneficios al minimizar la cantidad de insumos y herramientas necesarias en la implementación y manejo. Sin embargo, el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA) (2017) menciona que este tipo de manejo que se realiza a los cultivos genera consecuencias irreversibles en los suelos convirtiéndolos en infértiles e inutilizables. Mediante sus análisis comparativos del estado de los suelos demuestran que tras la implementación de un monocultivo se requieren alrededor de 25 años para lograr que vuelva a ser fértil.

Debido al desgaste continuo del suelo agrícola y a la demanda de los alimentos en el mercado hacen que el agricultor necesite cada vez más extensión de

terreno para la obtención de la misma cantidad o inclusive menos a lo estimado, Torrealba (2021) menciona que el deterioro ambiental causado por el hombre ha provocado una disminución de un 23 por ciento de la productividad agrícola en la superficie terrestre ocasionando riesgos en la producción de alimentos.

Por esta razón se siente la necesidad de crear alternativas que generen cambio en el manejo de los cultivos, implicando en mejorar la calidad de vida del productor, cubrir las necesidades de la población y generar un impacto medio ambiental equilibrado.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Al existir un deterioro del suelo agrícola en la zona de estudio hace que el agricultor necesite cada vez más extensiones de terreno para la producción estimada de alimentos.

1.3. JUSTIFICACIÓN

Los principales países productores de fresa en el mundo son China, Estados Unidos, España y México, para el año (2021) la FOASTAT registró una producción de 3,2 millones en el caso de China, 1 millón de toneladas para Estados Unidos, 350 mil toneladas producidas por España y 861 mil toneladas por México. En el Ecuador, una producción de 1,252 toneladas para el año 2015 y para el año 2019 787 toneladas.

En la provincia de Pichincha se encuentra un área cultivada de 400 hectáreas, seguida por las 240 hectáreas de Tungurahua y aproximadamente por encima de 40 hectáreas las provincias de Chimborazo, Cotopaxi, Imbabura y Azuay (El Comercio, 2011).

La fresa forma parte de los denominados frutos rojos por su dulzor, su versatilidad y sus características saludables lo que lo hace un fruto con creciente potencial en el mercado local y nacional (Caminiti, 2014). Es muy apetecible por su sabor, el consumo promedio es de 3,9 kg/año/persona. Posee un alto valor nutricional, por lo cual las personas lo incorporan en su dieta, gracias a su aporte de vitamina C, compuestos fenólicos y antioxidantes. (López, Sanchez, Acuña, & Fischer, 2018)

La agricultura vertical es una nueva tecnología que incorpora nuevas herramientas, métodos y procesos a los cultivos. Su implementación reduce las extensiones de tierra que se utiliza en un sistema convencional para la producción de alimentos tradicionales ya que se realiza en instalaciones apiladas verticalmente, en ocasiones sin ni siquiera requerir tierra como base (Agrotendencia, 2022).

Su tendencia radica en la producción de alimentos en menos espacio como una alternativa de solución que aumenta la eficiencia del uso de la tierra al cultivar hacia arriba en lugar de hacia afuera (Noojier, 2021). Según el Vertical Farms Institute (2022) por cada metro cuadrado de espacio dedicado a la agricultura vertical se produce aproximadamente la misma cantidad de cultivos vegetales de 50 metros cuadrados de tierras agrícolas cultivadas de manera convencional, además de un ahorro cerca de un 90% de agua.

Albión y Monterrey son variedades neutras es decir que su producción se mantiene estable en toda la época del año, comportándose de manera similar entre sí con floraciones abundantes, son comercializadas en fresco o para la agroindustria. Teniendo ventajas de manejo tanto en suelo como en hidroponía (Aguilar, 2011).

Esta investigación tiene como propósito fomentar una alternativa que incremente la producción de los frutos, permita disminuir la contaminación del suelo, del ambiente y del mismo fruto mediante una comparación entre la agricultura vertical y la convencional en el cultivo de fresa en las variedades Albión y Monterrey evaluando su rendimiento, características de los frutos y su desarrollo en los sistemas.

1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo general

Evaluar el rendimiento en el cultivo de fresa (*Fragaria sp*) en las variedades Albión y Monterrey mediante dos sistemas de producción en el Centro Experimental “San Francisco” cantón Huaca, provincia del Carchi.

1.4.2 Objetivos específicos

- ✓ Diseñar un modelo de agricultura vertical que sea comparable con el sistema convencional.
- ✓ Determinar el mejor sistema y la variedad para la producción de fresa.
- ✓ Comparar costos de producción de los sistemas planteados.

1.4.3 Preguntas de investigación

- ✓ ¿Existen diferencias entre los dos tipos de manejo con respecto al rendimiento del cultivo de fresa?
- ✓ ¿Utilizando la agricultura vertical se obtienen productos de calidad y cantidad iguales o superiores a los producidos de manera tradicional?
- ✓ ¿Cuáles son las ventajas y desventajas del manejo de un modelo de agricultura vertical en el cultivo de fresa?
- ✓ ¿Cuál es el tratamiento más rentable?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 Antecedentes de la Investigación

Ibadango (2017) comparó la eficiencia y rentabilidad del cultivo de fresa entre un sistema hidropónico vertical y un sistema convencional en las variedades Albión, San Andreas y Monterrey en Yuyucocha -Imbabura mediante un diseño experimental de parcelas divididas evaluó porcentaje de sobrevivencia, número de frutos, rendimiento, clasificación de frutos, grados Brix y análisis económico de los tratamientos. Los resultados de esta investigación indicaron que el sistema hidropónico vertical presentó mejores resultados para todas las variables evaluadas.

En la investigación realizada por Sevilla (2010) mediante la implementación de un modelo de agricultura urbana utilizando materiales reciclados, para el cultivo de frutilla el realizó mangas verticales colocando plantas de dos meses de germinación con un total de cinco mangas, incorporando también plantas medicinales. Concluyendo así que el manejo de la agricultura vertical brinda a la ciudadanía la posibilidad de disponer de alimentos en el sector urbano.

Encalada (2020) realiza su investigación mediante la aplicación de tres soluciones nutritivas en un sistema semihidropónico en el cultivo de fresa en las variedades Albión y Monterrey en Sangolquí. Los resultados indicaron a la variedad Albión con los resultados favorables para longitud, diámetro del fruto, sólidos solubles y mayor peso en comparación con el resto de tratamientos.

En el ensayo realizado por Adlercreutz (2011) a cargo del proyecto de Producción Integrada de Frutilla en el Cinturón de Mar de Plata evaluó las características promedio de los frutos de fresa como: rendimiento comercial, descarte y propiedades organolépticas en las ocho variedades de fresa mayor comercializadas en el mundo.

Mediante la evaluación de Oliva & Trauco (2018) se evaluó parámetros fisicoquímicos y la productivos de los frutos de cinco variedades de fresa: Aromas, Camarosa, Albión, Monterrey y San Andreas en sistemas convencionales comparando dos distancias de siembra entre plantas, un total

de 10 tratamientos y un testigo químico con un diseño de bloques completos al azar.

En la experimentación y comparación realizada por Ferrucho y Ruiz (2013) en dos cultivares de fresa (Albión y Monterrey) sembrados a libre exposición y bajo macrotúnel en la Cundinamarca se evaluó el crecimiento, desarrollo, rendimiento y calidad de los frutos mediante un DBCA con seis repeticiones para cada sistema. Mediante los resultados obtenidos de este reporte se indica que la variedad Monterrey posee mejor desarrollo vegetativo en los dos sistemas.

Yauricasa (2019) desarrolló su investigación mediante la implementación de dos sistemas hidropónicos vertical y horizontal en Huancavelica- Perú, mediante un DBCA con seis tratamientos y cuatro repeticiones. Evaluó el porcentaje de supervivencia, número de flores, número de frutos y rendimiento. Los resultados de esta evaluación indicaron que el tipo de sistema hidropónico muestra diferencias para las variables rendimiento y número de hojas por planta obteniendo los resultados más altos en el sistema horizontal.

Para determinar las propiedades fisicoquímicas de las siete variedades más destacadas de fresa cultivadas en Cundinamarca; López, Sánchez, Acuña, Fischer (2018) evaluaron peso fresco, tamaño, color, firmeza, sólidos solubles, acidez e índices de madurez.

2.2 Marco Teórico

2.2.1 CULTIVO DE FRESA

La fresa es una planta perenne de la familia de las Rosáceas y proveniente del género fragaria. Posee un sistema radicular fasciculado, un tallo rastrero, hojas pecioladas de color verde en el haz y blanco en el envés. Su flor formada por cinco pétalos de color blanco posee estambres y el gineceo de color amarillo mediante el cual se obtiene el fruto de color rojo, llegando a tener hasta 6 cm de longitud dependiendo de la variedad y las condiciones climáticas donde se desarrolle (Vizcaíno, 2011).

2.2.1.1 Origen y taxonomía

Conocido desde hace muchos es llamado el cultivo de fresa o frutilla. Es una planta que produce frutos muy apetecibles para el hombre y que en su inicio era cultivado forma silvestre en los bosques. En el siglo XVI los franceses iniciaron su cultivo. Al principio se propagaba una fresa pequeña, hasta que, a finales del siglo XIX, se obtuvo híbridos con especies americanas, que fueron introducidos a cultivos modernos.

Su fruto es muy apetecido, se consume directamente. Y se ha empleado habitualmente en la elaboración de mermeladas, confites, conservas y congelados.

Son ricos en vitamina C (AgroEs.es, 2020).

La taxonomía de la fresa se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1: Taxonomía de la fresa

Familia	<i>Rosaceae</i>
Género	<i>Fragaria</i>
Especie	<i>F. vesca</i> <i>F. chiloensis</i> <i>F. virginiana</i> <i>F. moschata</i> <i>F. indica</i>
Nombre común	<i>Fresa, fresón, frutilla.</i>

Fuente: (InfoAgro, 2020)

La fresa es uno de los productos que es explotado a gran escala. El mercado de consumidores día a día exige nuevas alternativas de alimentos, por lo el cultivo de fresa constituye una alternativa de negocio, generando nuevos emprendimientos por ende genera oportunidad de trabajo (Ibadango, 2017).

2.2.1.2 Morfología

Es una especie hortícola herbácea, sus hojas y órganos se forman en la parte leñosa de la corona, considerada una planta perenne de vida corta (Fonseca, 2015).

-Raíz: fibrosa, se desarrolla hasta 30 cm de profundidad, las raíces terciarias toman agua y nutrientes del suelo.

- Hojas: son compuestas por tres hojas con bordes aserrados su tamaño varía de acuerdo a la variedad.

-Tallo: brota a partir de la corona, es rastrero. A partir del segundo nudo forma el estolón hijo.

-Corona: roseta que llega a medir 2,5 cm en la cual se encuentran los tejidos vasculares. Contiene hojas y yemas que generan nuevas coronas constantemente.

-Flores: contienen de 5 a 6 pétalos de color blanco agrupados en inflorescencias (Fonseca, 2015).

- Frutos: de tamaño proporcional a las flores, son pequeños aquenios (fruto agregado que constituyen la parte comestible (Caminiti, 2014).

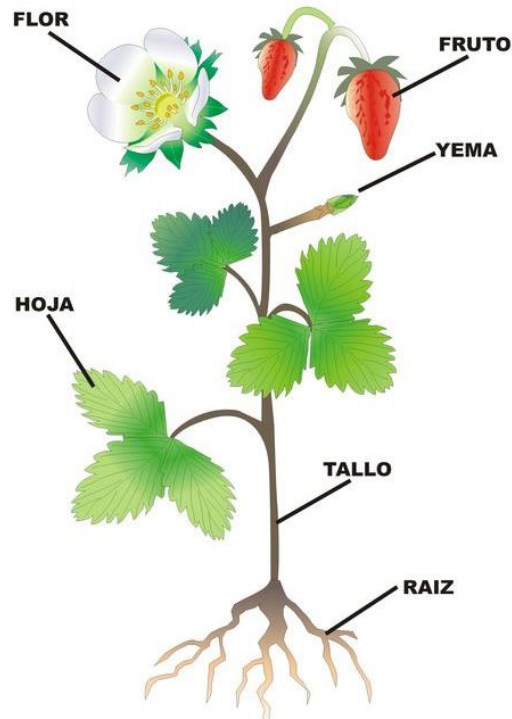


Figura 1. Partes de la planta de fresa

Fuente: (Arellano, 2020)

2.2.1.3 Zonas productoras de fresa en Ecuador

En el Ecuador la producción del cultivo de fresa se encuentra a mayor escala en la provincia de Pichincha con aproximadamente 400 hectáreas seguido por Tungurahua con 240 hectáreas. En Chimborazo, Cotopaxi, Imbabura y Azuay la producción alcanza las 40 hectáreas. Considerándose una actividad económica importante ya que los frutos son transportados hacia mercados de las grandes ciudades como Quito, Guayaquil y Cuenca entre otras (Ibadango, 2017).

2.2.1.4 Valor Nutricional

Una taza (100 g) de fresas contiene aproximadamente 34,5 calorías y es una excelente fuente de vitamina C y flavonoides (EcuRed, 2019).

La composición por cada 100 gr de fresa comestible se muestra en la tabla 2.

Tabla 2: Composición de la fresa por cada 100 g

Calorías	34,5
Agua	85%
Hidratos de carbono (g)	7
Fibra (g)	9,9
Potasio (mg)	150
Magnesio (mg)	13
Calcio (mg)	40
Vitamina C (mg)	60
Folatos (µg)	69
Vitamina E (mg)	0,2

Fuente: (EcuRed, 2019)

2.2.1.5 Tecnología del cultivo

La planta de fresa es cultivada por su fruto comestible de color rojo, dulce y aromático que es un engrasamiento del receptáculo floral, las variedades cultivadas por lo general son híbridos con mayores rendimientos, mayor tamaño de los frutos, mayor sabor y aroma, y una mejor calidad de conservación en poscosecha. Es un cultivo perenne ya que permanece viva de forma indefinida debido a que por su sistema de crecimiento está formando nuevos tallos (Caminiti, 2014). En la figura 2, se muestra una corona constituida tanto por las yemas vegetativas como las fructíferas donde a partir de ellas nacen las inflorescencias y los estolones.

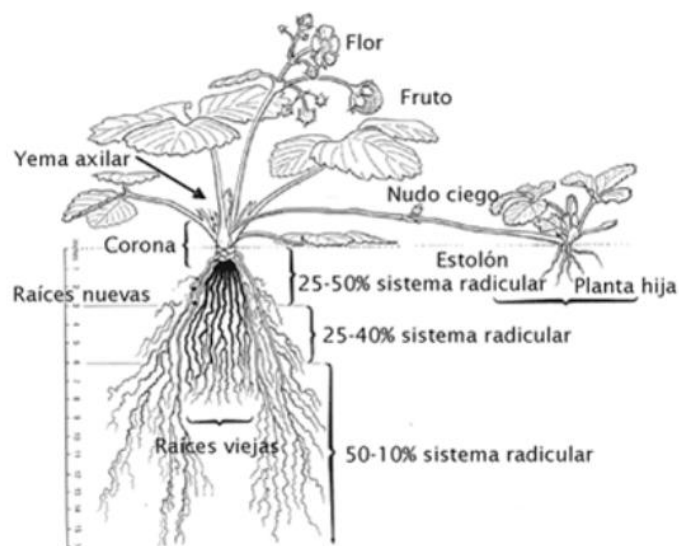


Figura 2. Taxonomía y morfología de la planta de fresa

Fuente: (Caminiti, 2014)

2.2.2 VARIEDADES DE FRESA

Las variedades de fresa pueden clasificarse de acuerdo a la cantidad de horas luz que requieren para su desarrollo en dos grandes grupos. Estos grupos corresponden a variedades de día corto y variedades de día neutro.

2.2.2.1 Variedades de día corto

Representadas por Camarosa y Benicia denominadas así porque requieren días cortos generalmente menos de 14 horas para producir sus frutos (Guzmán, 2021).

2.2.2.2 Variedades de día neutro

En este grupo se destacan las variedades Albión, San Andreas y Monterrey colocadas en este grupo por poseer la capacidad de florecer y dar frutos sin importar el largo o corto de los días, son consideradas variedades como mejor opción en producción por su constante período de maduración de los frutos (Guzmán, 2021).

2.2.2.3 Variedades cultivadas en el Ecuador

Algunas de las variedades de fresa más cultivadas se presentan a continuación:

Tabla 3: Variedades de fresas cultivadas en el Ecuador

VARIEDAD	CARACTERÍSTICA
Camarosa	Variedad de día corto. De elevado vigor y producción de estolones alto. Fruto grande, firme, color rojo oscuro en su exterior y en la pulpa, variedad muy precoz.
Oso Grande	Variedad de día corto, planta vigorosa, de follaje oscuro, adaptable a climas templados, su fruto es de tamaño grande bilobulado, presenta gran resistencia en el transporte.
Cartuno	Planta vigorosa, fruto de forma cónica perfecta, color rojo brillante, azucarado, es más precoz que Oso Grande.
Carisma	Planta vigorosa y rústica, se adapta a todo tipo de suelos y climas, fruto de gran tamaño de forma cónica, variedad precoz muy productiva.
Diamante	Alto rendimiento en frutos de excelente sabor y gran tamaño entre 30 -31 gr por frutos. Resistente a ácaros.
Albi3n	Variedad de día neutro, fruto con alta calidad organol3ptica de 10 a 14 ° Brix. Gran resistencia a las sequías y a antracnosis.
Camino Real	Alto porcentaje de densidad de plantaci3n al ser una planta pequea, muy tolerante a enfermedades como <i>Phytophthora</i> y <i>Verticillium</i> .

Fuente: (El Productor, 2021) & (Palchisaca, 2018).

A continuaci3n, se detallan las variedades a utilizar en la investigaci3n:

2.2.2.3.1 Albi3n

- ✓ Es una variedad neutra con producci3n estable.
- ✓ Alto potencial productivo tanto en suelo como en hidroponía.
- ✓ Buena acogida en el mercado tanto en fresco como para la agroindustria por su alto contenido de azúcar (10 – 14 ° Brix)
- ✓ Mayor tolerancia a lluvias y sensible a ácaros.
- ✓ Rendimiento aproximado 75 toneladas por hectárea en temporada agrícola en un período de 9 meses.
- ✓ Densidad de plantaci3n: 65,000 plantas por hectárea (Agrícola Llahuen, 2015).



Figura 3. Fresa variedad Albión

Fuente: (Agrícola Llahuen, 2015).

2.2.2.3.2 Monterrey

- ✓ Variedad fuertemente neutra, presenta floración abundante y una producción estable.
- ✓ Aceptable en el mercado por su sobresaliente dulzor tanto en fresco como para la agroindustria.
- ✓ Rápido crecimiento vegetativo, necesita temperaturas de 12 °C en el suelo.
- ✓ Requerimiento de fertilización mayor entre un 25 a 30% más que la variedad Albión.
- ✓ Tolerante a lluvias, pero susceptible a oídio, a trips y ácaros.
- ✓ Densidad de plantación: 62,000 plantas por hectárea.
- ✓ Rendimiento aproximado: 81 toneladas por hectárea en temporada agrícola en un período de 9 meses (Agrícola Llahuen, 2015).

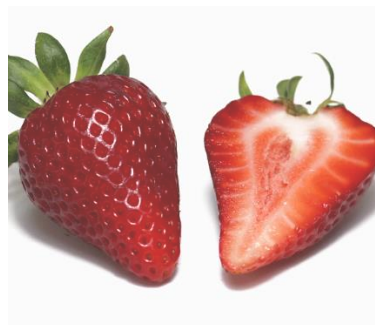


Figura 4. Fresa variedad Monterrey

Fuente: (Agrícola Llahuen, 2015).

2.2.2.4 Propagación

Al ser una planta híbrida no se utilizan semillas para su propagación, esta se realiza de forma vegetativa, a través de estolones que la planta mismo forma gracias a su sistema de crecimiento lo que permite una propagación rápida manteniendo las características de la planta madre (Caminiti, 2014).

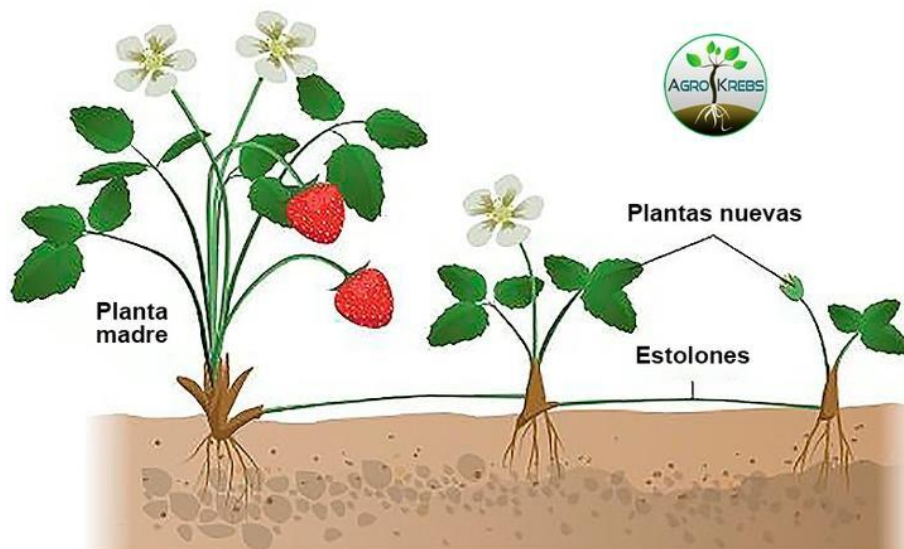


Figura 5. Propagación de las plantas de fresa de manera asexual mediante la multiplicación de estolones a partir de una planta madre

Fuente: (Agroquímicos Arca S.A de C.V, 2020).

2.2.3 FENOLOGÍA DE LA PLANTA DE FRESA

El cultivo se desarrolla en dos etapas: vegetativa y productiva. El proceso se detalla a continuación:

2.2.3.1 Etapa vegetativa

- Brotes: Las yemas principales empiezan su crecimiento.
- Desarrollo de las hojas: aparición de las primeras hojas emergentes hasta 9 hojas desplegadas.
- Desarrollo de las partes vegetativas, comienzo de la formación de estolones.

2.2.3.2 Etapa reproductiva

- Aparición del órgano floral: yemas florales salidas.
- Floración: flores abiertas y caída de pétalos.

2.2.3.3 Etapa productiva

- Formación del fruto
- Maduración del fruto
- Senescencia e inicio del reposo vegetativo (Loeza, 2018)

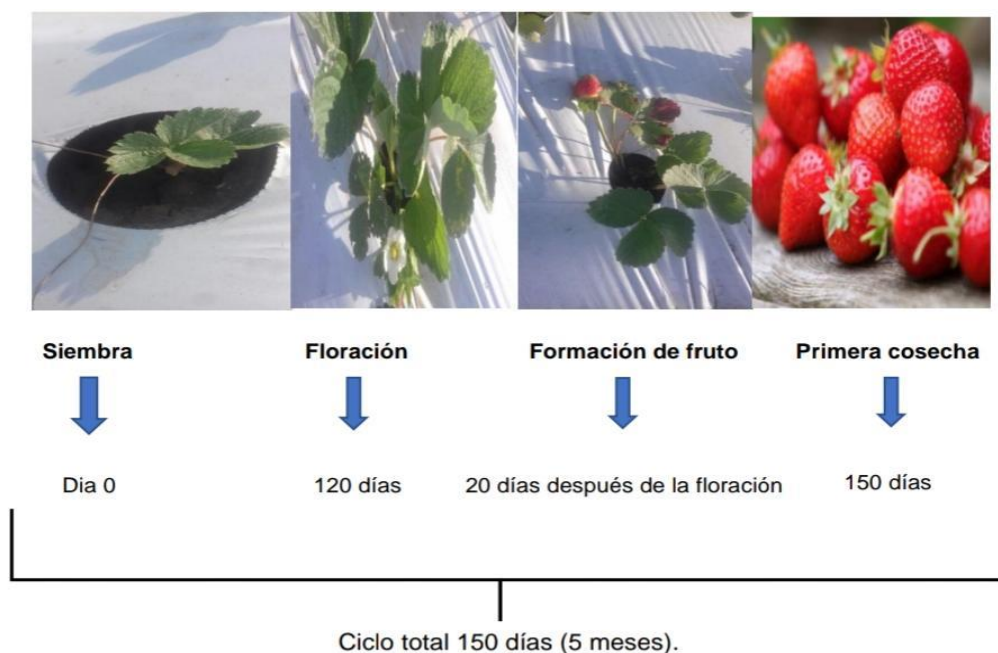


Figura 6. Proceso fenológico de la planta de fresa

Fuente: (Loeza, 2018).

2.2.4 PRÁCTICAS CULTURALES

2.2.4.1 Análisis del suelo: se recomienda coleccionar muestras de suelo para el correcto análisis, el cual va a determinar el pH, salinidad, la cantidad de materia orgánica, niveles de los nutrientes, entre otros. Para que se pueda añadir de manera adecuada los mejoradores del suelo y garantizar un desarrollo óptimo del cultivo (Yandún, 2019).

2.2.4.2 Desinfección del suelo: el suelo suele presentar hongos patógenos, nemátodos, ácaros, insectos y malas hierbas, por lo que se toma en consideración como una práctica necesaria la desinfección del suelo antes del trasplante, esta técnica consiste en una aplicación directa al suelo de un agente biofítico de naturaleza física o química, con la finalidad de eliminar los agentes maliciosos antes mencionados (Hidalgo, 2016).

2.2.4.3 Preparación del suelo: se realizan primero labores profundas para que el terreno quede bien suelto, triturado y limpio de malezas. El terreno debe quedar muy suelto y sin terrones para evitar que sea un sitio hospedero de plagas y tenga complicaciones al plantar las plántulas. Esta labor es fundamental para que exista un buen desarrollo y rendimiento de la planta, permitiendo una adecuada relación planta – suelo – aire (Rivadeneira, 2016).

2.2.4.4 Arado del terreno: se realiza con la finalidad de que el suelo quede lo más suelto posible, debe tener una inclinación de 5%, se recomienda dos pasadas de arado y una de rastra (Rivadeneira, 2016).

2.2.4.5 Elaboración de camas: para esta técnica se utilizan azadones y rastrillos, se elabora camas, colocando la cinta de riego y el plástico. Las dimensiones recomendadas son adecuadas son 30- 35 cm de alto y 60 cm de ancho y 50 cm para caminos. Se aconseja elaborar coberturas altas para un mejor drenaje del suelo y mayor aireación.

2.2.4.6 Cobertura del suelo o acolchado: se extiende en el suelo el material plástico de polietileno, de manera que la planta queda alojada en agujeros realizados. Esta técnica tiene la finalidad de evitar la evaporación del agua del suelo convirtiéndolo en un regulador hídrico y economizador de agua. Además de mantener la temperatura media En caso de tratarse de plásticos negros se evita el desarrollo de malas hierbas por la barrera que suponen a la radiación luminosa (Hidalgo, 2016).

2.2.5 DENSIDAD DE SIEMBRA

2.2.5.1 Densidad: se utilizan platabandas a doble hilera, el método más utilizado es a tres bolillo para el aprovechamiento del espacio a una distancia de 0,40 m entre plantas y 0,25 entre hileras. La distancia entre platabandas es de 0,90 m aproximadamente (Rivadeneira, 2016).

2.2.5.2 Trasplante: El trasplante se debe realizar a raíz desnuda sobre las camas realizadas, la raíz principal debe quedar recta en los orificios realizados, para un buen prendimiento (Rivadeneira, 2016).

2.2.5.3 Podas: en el cultivo de fresa las podas son actividades importantes realizadas para la correcta formación de la copa, entre ellas tenemos: la poda de formación que tiene como objetivo eliminar las flores falsas que se desarrollan en el primer mes de la plantación para dar formación de la copa y salgan los estolones. En la etapa de producción, se deben recoger los frutos para dar paso a los nuevos brotes de la planta para que crezca frondosa.

Al igual que la poda de mantenimiento que consiste en la eliminación de hojas enfermas o secas con el objetivo de que la planta saque nuevas hojas. También es importante el realizar podas después de heladas para recuperar a la planta e incentivar a la formación de hojas (Rivadeneira, 2016).

2.2.6 FERTILIZACIÓN

2.2.6.1 Fertilización Edáfica

Agregar el fertilizante se debe realizar en diferentes etapas fenológicas del trasplante, se deben incorporar los fertilizantes en corona para una buena absorción de los nutrientes y mejorar el crecimiento de la planta (Rivadeneira, 2016).

2.2.6.2 Fertilización foliar: la fertilización foliar consiste en aplicar sustancias por aspersión al follaje con soluciones nutritivas para la planta, ya que son más aprovechables para su desarrollo (Rivadeneira, 2016).

Durante los primeros 60 días se debe considerar un mayor aporte de fósforo y nitrógeno para luego ir aumentando los niveles de nitrógeno y potasio para inducir a los procesos de crecimiento, floración y fructificación como se indica en la tabla 4.

Tabla 4: Fertilización anual básica estimada en kilos de elemento nutricional.

Etapa	Nutrientes	Kg de nutriente/1,000 m²
Primeros 60 días	Nitrógeno	3
	Fósforo	1
	Potasio	1
	Magnesio	0.4
	Calcio	0.8
	Más micronutrientes (S, Mn, Zn, Bo, Fe. Cu, Mb)	
A partir del día 61	Nitrógeno	7
	Fósforo	1
	Potasio	7
	Magnesio	1.1
	Calcio	5.7
	Más micronutrientes (S, Mn, Zn, Bo, Fe. Cu, Mb)	

Fuente: (Agrícola Llahuen, 2015).

2.2.7 PLAGAS Y ENFERMEDADES

El cultivo de fresa se ve afectado por diversos microorganismos que habitan en el suelo los cuales causan daño al sistema radicular y al cuello de las plantas, lo que le dificulta la absorción correcta de agua y nutrientes como consecuencia se obtiene frutos de menos tamaño por ende disminución en la vida útil de las plantas y una menor producción (Muyulema, 2021).

Las plantas muestran síntomas de marchitez y amarillamiento de las hojas, tejidos necróticos que en casos severos provocan la muerte de las plantas. En la tabla 5 y 6 se muestran las principales plagas y enfermedades que afectan al cultivo de fresa, el daño y el control.

Tabla 5: Plagas que afectan al cultivo de fresa.

PLAGAS	DAÑO	CONTROL
Arañita roja <i>Tetranychus sp.</i>	Dañan el tejido verde, habitan en el envés de las hojas.	Abacmetina
Pulgonos <i>Mizus persicae y aphid sp.</i>	Provocan clorosis en las hojas, transmiten virus.	Metamidophos, Dimetoato, Garlic
Gusano de tierra <i>Agrotis sp. y Feltia sp.</i>	Trozan hojas y estolones del tallo.	Cebos tóxicos (carbaryl + melaza + afrecho)
Gusano Blanco o Sacho <i>Bothynus sp.</i>	Su alimentación se basa de la raíz lo que provoca una debilidad en la planta al no poder realizar una correcta absorción de nutrientes llegando a causar mortalidad.	Cebos tóxicos.
Babosas y caracoles <i>Agriolimax lavéis, Helix sp.</i>	Al alimentarse de los frutos les hacen orificios que dan paso a la pudrición de los mismos.	Cebos tóxicos.

Fuente: (Agrolibertad, 2010).

Tabla 6: Enfermedades que afectan al cultivo de fresa.

ENFERMEDADES	DAÑOS	CONTROL
Mancha de la hoja <i>Mycosphaerella fragariae</i>	Dstrucción de las hojas por manchas de color rojizo o púrpura.	Eliminando las hojas atacadas y/o realizar aplicaciones preventivas de Mancozeb.
Podredumbre gris <i>Botrytis cinerea</i>	Los frutos en contacto con el suelo son infectados mientras, que frutos maduros por efecto de la enfermedad se secan y quedan momificados.	Aplicando fungicidas a base de Zineb, Benomil tan pronto como los botones florales sean visibles.
Oídium <i>Spheroteca macularis</i>	Provoca deformaciones en los frutos y en el follaje las hojas enrollan el borde hacia arriba.	Azufre micronizado.
Podredumbre negra de la raíz <i>Phytopthora sp. Rizoctonia sp.</i>	Manchas o lesiones de forma ovalada en las raíces generalmente de color marrón.	Usando plantas sanas, tratando el material a propagar con Thiran y/o Agrilife.

Fuente: (Agrolibertad, 2010).



Figura 7. Principales plagas y enfermedades del cultivo de fresa

Fuente: (Caminiti, 2014).

2.2.7.1 Deficiencias nutricionales:

Cuando el Boro y el Zinc no están presentes en la planta de fresa, afecta a la calidad del fruto, produciendo una disminución en la fertilidad del polen y en la

fructificación. Mientras que el Boro junto con el Molibdeno, son importantes para el correcto contenido de vitamina C y azúcares de los frutos. La fresa necesita un alto contenido en Calcio para su desarrollo y sobre todo para la calidad de los frutos. Su deficiencia se manifiesta mediante una necrosis terminal de las hojas, en períodos de rápido crecimiento (Rivadeneira, 2016).



Figura 8. Planta de fresa con fruto deforme debido a la deficiencia de Boro

Fuente: (Rakhimova, 2022).

2.2.7.2 Daños por heladas

Los frutos de las plantas de fresa son sensibles a los daños ocasionados por bajas temperaturas. Las temperaturas menores a los $-1,1^{\circ}\text{C}$ dañan las flores abiertas, yemas y frutos en desarrollo ya que impide una polinización normal por ende frutos incompletos, deformes y de escaso valor comercial (Caminiti, 2014).



Figura 9. Flores y frutos verdes afectados por la helada

Fuente: (Caminiti, 2014).



Figura 10. Daños internos de frutos maduros por heladas

Fuente: (Caminiti, 2014).

2.2.8 AGRICULTURA VERTICAL

Es un modelo de agricultura donde los cultivos se desarrollan en posición vertical generalmente bajo condiciones controladas de luz, temperatura y humedad (Noojier, 2021).

Esta técnica conlleva a la posibilidad de:

- ✓ Aprovechamiento de espacio para producción de frutas u hortalizas.
- ✓ Independientemente del clima se logra una producción a ciclo continuo.
- ✓ Reducción de la cantidad de agua de riego.
- ✓ Mejorar cualitativamente la producción.
- ✓ Idea de mejoramiento partiendo de la diversidad de cultivos.
- ✓ Reducir la incidencia de enfermedades.
- ✓ Aumentar el rendimiento de producción por metro cuadrado disponible.
- ✓ Disminuir la mano de obra (Mogollón & Quimbay, 2019).

2.2.8.1 Orígenes de la Agricultura Vertical

Se origina como una respuesta a la necesidad del sector urbano como una alternativa que garantiza la soberanía alimentaria, se desarrolló en los años 1800 cuando en Alemania durante la revolución industrial se prolongó la idea de mejorar las condiciones ambientales para los habitantes y para ello surge la idea de la implementación de huertos que en primera estancia eran manejados

por niños, pero continuamente se entregó la responsabilidad de su manejo como una actividad familiar (Mogollón & Quimbay, 2019).

2.2.8.2 Aportes de la agricultura vertical sobre La Seguridad Alimentaria

Según la Organización para la agricultura y la alimentación (2003) la agricultura vertical se define como como cualquier producción en el hogar o parcelas en el área urbana. Basada en la teoría del aprovechamiento de la tierra.

Según la FAO (2011) “se estima que alrededor de 800 millones de personas en el mundo se dedican a la agricultura vertical y desempeñan un papel importante en la alimentación de las ciudades”, ya que el crecimiento acelerado de las ciudades ha estado acompañado de niveles elevados de hambre y pobreza (Mogollón & Quimbay, 2019).

2.2.8.3 Ventajas de la agricultura vertical

La agricultura vertical es buena alternativa si se posee una zona agrícola limitada, al igual que otras ventajas que se detallan a continuación:

Mas plantas sobre un espacio agrícola limitado: con esta alternativa se puede plantar más plantas así sea en un área pequeña pues el espacio se aprovecha de mejor manera al realizar un manejo vertical.

Aumento de la producción de cultivos: se observa un notable aumento en la producción del cultivo implementado. Estos cultivos de interior ayudan a reducir al mínimo la presencia de plagas, enfermedades y el desarrollo de malezas; lo que genera un máximo número de frutos en la cosecha.

Preservación del medio ambiente: ayuda en la preservación del medio ambiente, ya que minimiza la deforestación que convencionalmente es empleada como alternativa para ampliar las áreas cultivables.

Conservación de agua: utiliza la técnica de reciclaje de agua, ya que por lo general este tipo de manejo se asocia con aeroponía, hidroponía y acuaponía, desarrollando alternativas que ayudan a los productores a conservar el agua.

Escudo contra el tiempo: cuando el sistema es controlado brinda la oportunidad de disminuir los problemas relacionados con el clima. Al mantener y controlar la temperatura, la cantidad de agua que la planta necesita y las condiciones necesarias dependiendo del cultivo.

Agricultura sostenible: permite a los agricultores la utilización de recursos naturales e instrumentos que estén a su alcance y no genere altos costos de producción, tomando a este sistema como una alternativa agroecológica que apoya al alcance de un equilibrio ambiental y el sustento de pequeñas familias sea del sector rural o urbano (Agroware, 2016).

2.2.9 SISTEMAS DE AGRICULTURA VERTICAL

2.2.9.1 Mangas Verticales o Sistema de salchicha

Son un sistema de cultivo eficiente para espacios pequeños y se usan para cultivar especies de hortalizas de hojas, como lechuga, espinacas, entre otras plantas que tengan la capacidad de crecer sin ejercer un excesivo peso o que produzcan raíces grandes que puedan romper las bolsas (SCRIBD, 2012).

Consiste en llenar bolsas alargadas o tubos de polietileno llenos de sustrato el mismo donde las plantas fijan sus raíces y retiene la solución nutritiva (Pacheco & Montoya, 2008).



Figura 11. Sistema Vertical en mangas verticales

Fuente: (Adinir, 2021).

2.2.9.2 Sistema de canastillas verticales

Se colocan en estructuras de la casa aprovechando las ventajas de la hidroponía horizontal. Se utilizan canastillas de madera o plástico junto a un sustrato que no se descomponga fácilmente y livianos como el aserrín, fibra de coco, cascarilla de arroz, entre otros.

Se arman columnas de 3 o más canastillas, colocándolas unas sobre otras, el riego puede ser mediante regadera es muy útil para sembrar cultivos de hojas como lechuga, acelga, etc. (Pacheco & Montoya, 2008).



Figura 12. Sistema de canastillas verticales o pallet

Fuente: (Castro, 2019).

2.2.9.3 Técnica de películas de nutrientes (NTF)

Se realiza con tubo PVC de 4 pulgadas de diámetro en donde las plantas depositan allí sus raíces llenando el fondo del tubo en donde se existe una solución nutritiva que mediante una bomba de agua se ramifica en pequeños tubos llegando a cada planta.

La aplicación de la solución nutritiva se hace dos veces al día o de acuerdo a las exigencias del cultivo implementado.

Realizar su correcta instalación y manejo sino se presentarán enfermedades causadas por hongos y bacterias (Pacheco & Montoya, 2008).



Figura 13. Sistema NFT (Nutrient Film Technique)

Fuente: (Hidroponía CR, 2009).

2.2.9.4 Sistema pirámide productiva

Este sistema permite utilizar al máximo el espacio disponible, debe realizarse en un lugar plano y con buena disponibilidad del agua. Se necesita una estructura de madera o pirámide para sostener los canales en donde el agua de riego contiene la solución nutritiva dependiendo del cultivo implementado (Pacheco & Montoya, 2008).



Figura 14. Sistema hidropónico en pirámide

Fuente: (EcoInventos, 2022)

III. METODOLOGÍA

3.1 Enfoque metodológico

3.1.1 Enfoque

El enfoque investigativo para el presente estudio fue de nivel cuantitativo, ya que se recolectó datos, para posteriormente realizar un análisis y determinar el impacto de la implementación de la agricultura vertical frente a la convencional en el cultivo de fresa, dando como resultado cuál de ellos sería recomendable al realizar este tipo de trabajo.

3.1.2 Tipo de investigación

Es una investigación experimental donde se trabajó con dos poblaciones (variedades Albión y Monterrey) bajo sistema convencional y bajo sistema vertical.

Se llevó a cabo en el Centro Experimental “San Francisco”, Cantón Huaca, Provincia del Carchi.

Tabla 7: Descripción de las poblaciones

Poblaciones	Descripción
P1	Variedad Albión - Sistema convencional Variedad Albión - Sistema vertical
P2	Variedad Monterrey - Sistema convencional Variedad Monterrey - Sistema vertical

3.2 Hipótesis o idea a defender

3.2.1 Hipótesis Afirmativa

La implementación de un modelo de agricultura vertical mejora el rendimiento del cultivo de fresa (*fragaria s.p*) en las variedades Albión y Monterrey frente a un sistema convencional.

3.2.2 Hipótesis Negativa

La implementación de un modelo de agricultura vertical no mejora el rendimiento del cultivo de fresa (*fragaria s.p*) en las variedades Albión y Monterrey frente a un sistema convencional.

3.3 Definición y operacionalización de variables

3.3.1 Definición de variables

3.3.1.1 Variable dependiente

Rendimiento del cultivo de fresa *fragaria s.p*

3.3.1.2 Variable Independiente:

Agricultura vertical

Agricultura convencional

Variedad Albión

Variedad Monterrey

3.3.2 Operacionalización de Variables

Hipótesis	Variables	Definición	Dimensión	Indicador	Ítems	Técnica	Instrumentos
La implementación de agricultura vertical influye en la producción del cultivo de fresa.	Variable independiente -Agricultura vertical y convencional -Variedad Albión y Monterrey	Los cultivos serán manejados en dos variedades y en diferentes sistemas para evaluar su producción, semejanzas y diferencias, entre los mismos.	Agricultura convencional Agricultura vertical	Porcentaje de las especies a cultivar varían según el sistema y la variedad	Análisis de recomendaciones técnicas	Observación	Libros, manuales.
	Variable dependiente Rendimiento del cultivo de fresa	Evaluación de las variables en estudio según el manejo que se ha adoptado, sea vertical o convencional.	-Preparación de la cama y mangas verticales. -Riego -Control Fitosanitario	Floración	Número de flores por unidad experimental	Observación de campo/ toma de datos	Fichas de observación/ Libro de campo
	Fructificación	Número de frutos por unidad experimental					
	Largo y ancho del fruto	Frutos por unidad experimental					
	Rendimiento por unidad experimental	Peso de los frutos de cada unidad experimental					
Beneficio/ Costo	Total costos y rentabilidad						

3.4 Métodos utilizados

3.4.1 Área de estudio

La investigación se llevó a cabo en el Centro experimental San Francisco, ubicado en el Cantón Huaca, Provincia del Carchi, con una altitud aproximada de 2945 msnm, zona norte de la frontera con una temperatura media anual de 12,8 °C, humedad relativa de 84% y una precipitación media aproximada de 72 mm. (Hidalgo, 2016)

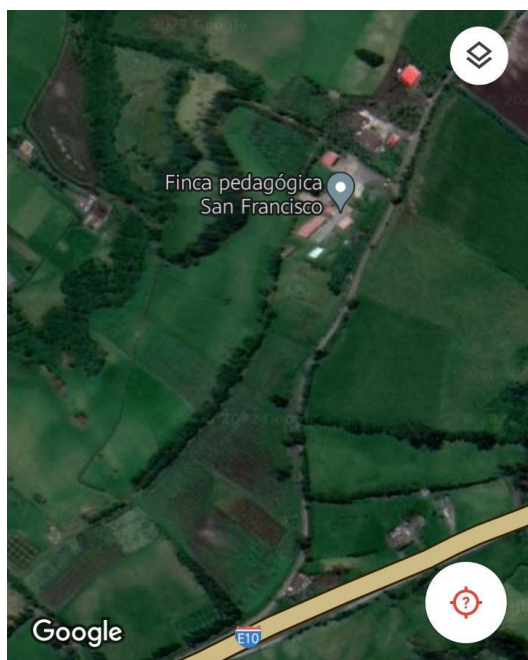


Figura 15. Ubicación del sitio de la investigación.

Fuente: Google Earth (2022)

3.4.2 Superficie del ensayo

La superficie empleada para el estudio fue de 110 m², con las dimensiones de 10 m de ancho por 11 de largo. Se dividió en dos poblaciones; para el sistema convencional cinco camas que fueron divididas a su vez en cuatro partes para cada unidad experimental de 17,5 m². En el modelo de agricultura vertical se dividió en 10 mangas verticales cada una de 1,5 m de largo con diámetro de 1 m en donde las mismas se dividieron en dos unidades experimentales de 5,5 m².

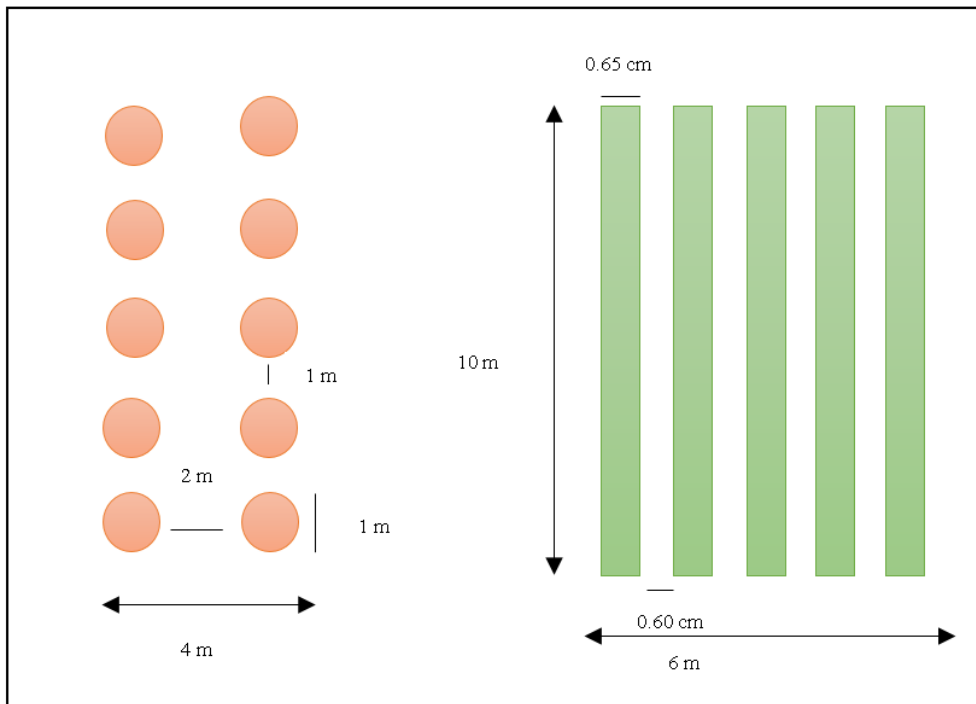


Figura 16. Características del ensayo.

3.4.2 Procedimiento

A continuación, se detalla la metodología que se llevó a cabo para dar cumplimiento a los objetivos propuestos, el mismo que consta de cuatro etapas:

3.4.2.1. Etapa 1. Preparación del suelo

Se realizó la preparación del terreno con una arada y rastra, para posteriormente continuar con la desinfección de cal agrícola, y se dejó en aireación por aproximadamente 15 días.

3.4.2.2 Etapa 2. Fertilización y adecuación de los dos sistemas:

3.4.2.2.1 Pasos para la implementación del sistema convencional

1. Luego de la desinfección del suelo se continuó con el trazado de las camas.
2. Se construyeron las camas de 65 cm de ancho, 10 m de largo y 35 cm de alto, los mismos que fueron construidos de manera manual con azadón.

3. Fertilización del suelo con 12-12-17 (Nitrofoska) en una dosis de 7 gr por planta, para el acolchado se colocaron sobre las camas un plástico de polietileno de color negro.
4. En el plástico se realizaron hoyos de 7 cm de diámetro, con una distancia de 20 cm. (Anexo 8)

3.4.2.2 Pasos para la implementación del método de agricultura vertical en el sistema de mangas verticales

1. Las mangas verticales se realizaron de manera manual con plástico de polietileno de color negro de 1,5 m de largo y 1 m de diámetro en donde se realizaron hoyos de 7 cm de diámetro con una distancia de 20 cm.
2. Para el sistema vertical se colocó costaneras de madera para el soporte de las mangas verticales. Se preparó el sustrato con 70% de cascarilla, 20% de pomina y 10% de suelo del sistema convencional para continuar con el llenado de las bolsas. (Anexo 7)
3. Se colocó un sistema de riego artesanal en la parte superior se instaló una botella plástica a manera de embudo por donde se proporcionó el agua y los nutrientes, la cual estaba conectada a un tubo PVC con orificios con la finalidad de distribuir el agua hacia el interior de la manga. (Anexo 5)

3.4.2.3 Etapa 3. Siembra

1. La siembra se llevó a cabo el 18 de septiembre del 2021 con una distancia de siembra de 20 cm entre planta y 30 cm entre hilera.
2. Se realizó una desinfección radicular con Carboxamida.
3. Posteriormente se realizó el trasplante en los dos sistemas.

3.4.2.4 Etapa 4. Seguimiento del cultivo

3.4.2.4.1 Fertilización y control fitosanitario:

Tabla 8: Fertilización y control sanitario

Fertilización		Control fitosanitario	
<i>Fertilizante</i>	<i>Dosis/ 20 litros</i>	<i>Ingrediente activo</i>	<i>Dosis/ 20 litros</i>
Bitenthrin	25 cc	Mancozeb + Cymoxanil	25 gr
Kasugamycin	25 cc	Boscalid	20 gr
Acetamiprid	10 gr	Metiram	30 gr
Carboxin- Thiram	25 cc	Tiociclam Oxalato de hidrógeno	25 gr
BM86 Boro/Magnesio	50 cc	Beta-Cyflutrin	10 cc
K50	30 cc	Hexithiazox	15 gr
Nitrógeno/Potasio 20-53-0	150 gr	Methyl thiofanato	25 gr
		Oxido de fósforo	40 cc
0-39-52	100 gr	Control Babosa	
Sulfato de amonio		Metoldehyde	50 gr
Sulfato de zinc	400 gr		
Sulfato de magnesio			
Akafos violeta			
giberelinas			

3.4.2.4.2 Riego

Solo se aplicaba el riego para el sistema vertical cada 5 días 8 litros para cada manga vertical en el sistema implementado de manera convencional debido a la presencia de lluvias continuas de la zona donde está ubicado el diseño experimental no fue necesario el riego.

3.4.2.4.3 Control de malezas

Esta labor se realizó a partir de los 60 días de la implementación del ensayo, de manera manual en cada planta del sistema convencional y con la ayuda del azadón y la moto guadaña para los caminos y alrededor del cultivo.

3.4.2.4.4 Cosecha

Se realizó en cuanto los frutos presentaron las características organolépticas de maduración a partir del día 140 aproximadamente cada 8 días durante 4 meses realizando un total de 17 cosechas.

3.4.2.4.5 Eliminación de estolones

Utilizando la tijera de podar se realizó el corte de los estolones a partir del día 100 posterior al trasplante.

3.4.2.4.6 Podas

Se realizó la primera poda de formación luego de la primera floración a partir del día 20 posterior al trasplante la cual consiste en eliminar las primeras flores con el fin de darle más vigor a la planta y estimular la formación de nuevas raíces. También se realizaron podas de mantenimiento a partir del día 140 de la etapa de producción con el objetivo de quitar las hojas y tallos secos que cumplieron su función disminuyendo así la presencia de hongos patógenos que se presentan por la alta humedad que se acumula en el follaje dando paso a la formación de nuevas flores y frutos.

Se realizaron podas fitosanitarias para eliminar las hojas que sufrieron ataque de ácaros o insectos, al igual que las afectadas por heladas y Botrytis.

3.4.3 Variables en estudio

Floración: contar el número de flores por planta a los 140 días después del trasplante y luego realizarlo cada semana.

Fructificación: contar el número de frutos de la parcela neta de cada unidad experimental a los 140 días después del trasplante.

Peso del fruto: pesar los frutos cosechados de la parcela neta de cada unidad experimental determinadas toneladas por hectárea.

Largo y ancho del fruto: medir los frutos cosechados de la parcela neta de cada unidad experimental determinadas en mm.

Rendimiento por tratamiento: sumatorio total del rendimiento en peso del fruto de cada unidad experimental.

Costo de producción: Calcular el total de costos por población y variedad.

3.5 Análisis Estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó un análisis de medias y se compararon en mediante la prueba T de student para muestras independientes, en donde en primer lugar se evaluó las variedades (Albión y Monterrey) dentro de cada sistema (convencional y vertical), y luego se comparó los sistemas (convencional y vertical), de igual forma a través de la prueba T de student.

3.5.1 Población y muestra

3.5.1.1 Población

En total se integraron 40 unidades experimentales correspondientes a las dos poblaciones en los dos sistemas de investigación con 10 repeticiones cada uno. En el sistema convencional cada unidad experimental consta de 25 plantas y en el sistema vertical de 15 plantas. Todo el ensayo estuvo conformado por 800 plantas.

3.5.1.2 Muestra

El área experimental de la investigación estuvo dada por la parcela neta de cada unidad experimental, en donde se consideraron 10 plantas para la evaluación de las variables.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Análisis y discusión de resultados

4.1.1 Número de flores

En la tabla 9 se muestra la prueba T de student para la variable número de flores en el sistema convencional a partir del día 140 posterior al trasplante.

Tabla 9: Prueba T de Student para la variable número de flores en el sistema convencional a partir del día 140 posterior al trasplante correspondientes a los cuatro meses de evaluación.

	Población 1	Población 2	Media P1 (unidad)	Media P2 (unidad)	p-valor
Mes 1	Suelo +Albión	Suelo + Monterrey	8,50	22,10	0,0005**
Mes 2	Suelo + Albión	Suelo + Monterrey	21,70	47,60	0,0001**
Mes 3	Suelo + Albión	Suelo + Monterrey	133,50	103,20	0,0131*
Mes 4	Suelo + Albión	Suelo + Monterrey	158,30	159,00	0,9136 ns

La tabla 9. Prueba T de Student muestra los resultados obtenidos para la variable número de flores implementados en el sistema suelo comparados entre variedades; en el mes 1 y el mes 2 de evaluación se registra una diferencia estadística altamente significativa donde se obtiene los mejores resultados para la variedad Monterrey.

Para el mes 3 de evaluación existe una diferencia estadística significativa obteniendo los mejores resultados con la variedad Albión y para el mes 4 no existe diferencia estadística entre las poblaciones.

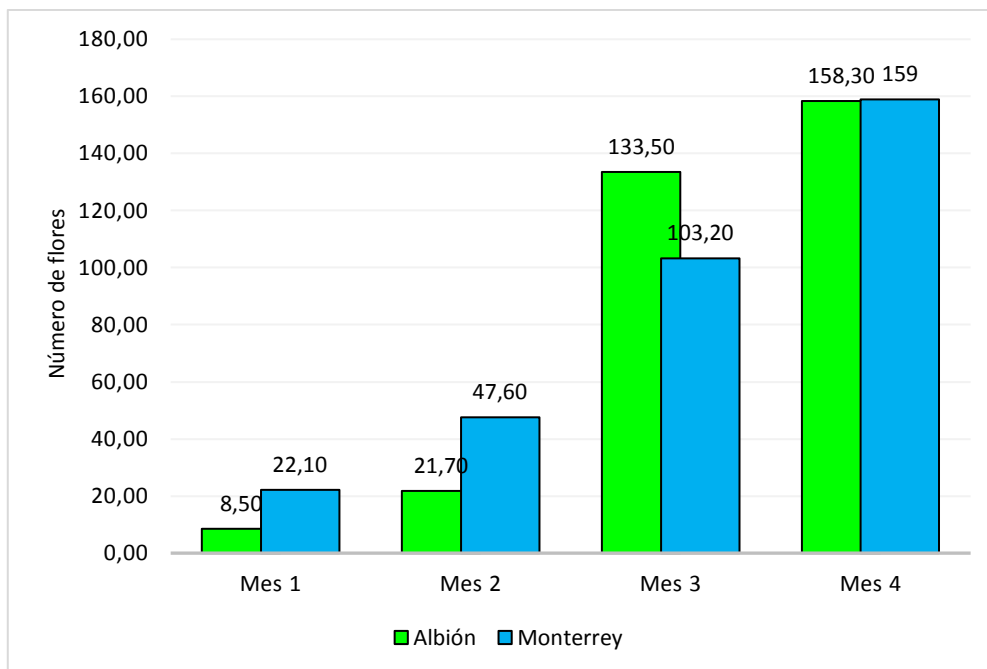


Figura 17: Número de flores en el sistema convencional análisis mensual por variedad.

En la tabla 10 se muestra la prueba T de Student para la variable número de flores en el sistema vertical a partir del día 140 posterior al trasplante.

Tabla 10: Prueba T de Student para la variable número de flores en el sistema vertical a partir del día 140 posterior al trasplante correspondientes a los cuatro meses de evaluación.

	Población 1	Población 2	Media P1 (unidad)	Media P2 (unidad)	p-valor
Mes 1	Vertical +Albión	Vertical + Monterrey	6,10	3,10	0,1389 ns
Mes 2	Vertical +Albión	Vertical + Monterrey	9,30	12,70	0,4418 ns
Mes 3	Vertical +Albión	Vertical + Monterrey	68,60	62,40	0,2778 ns
Mes 4	Vertical +Albión	Vertical + Monterrey	117,10	119,40	0,7027 ns

La tabla 10 Prueba T de Student muestra los resultados obtenidos para la variable número de flores implementados en el sistema en mangas verticales comparados entre variedades; en los cuatro meses de evaluación se observa que no existe diferencias estadísticas entre las poblaciones.

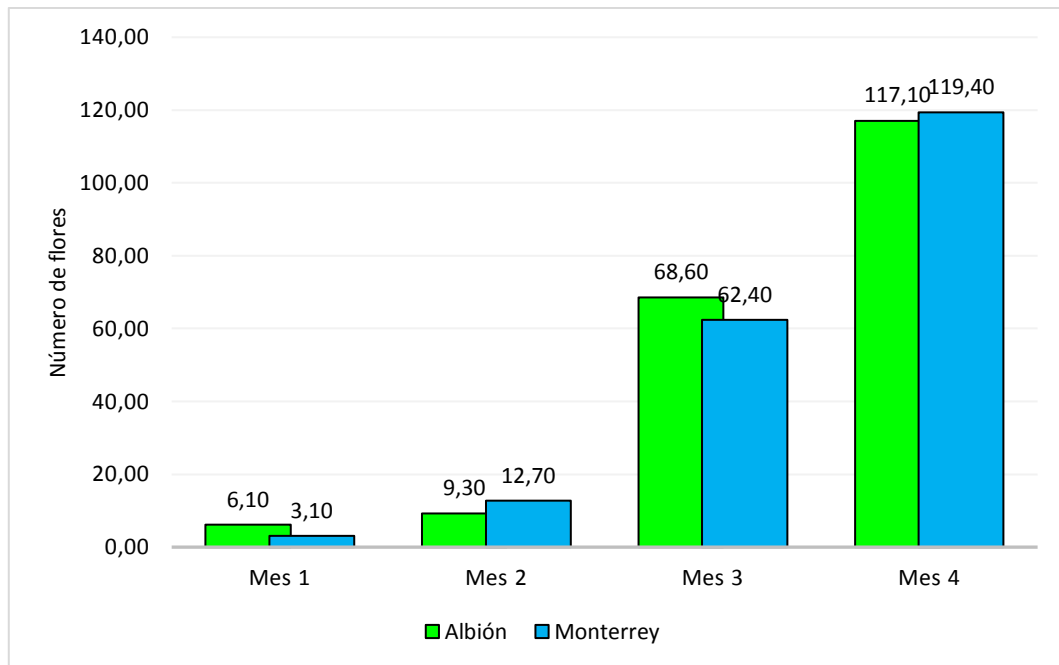


Figura 18: Número de flores en el sistema vertical análisis mensual por variedad.

En la tabla 11 se muestra la prueba T de Student para la variable número de flores en el sistema convencional y vertical a partir del día 140 posterior al trasplante.

Tabla 11: Prueba T de Student para la variable número de flores en el sistema convencional y vertical a partir del día 140 posterior al trasplante correspondientes a los cuatro meses de evaluación.

	SS	SV	Media SS (unidad)	Media SV (unidad)	p-valor
Mes 1	Sistema Suelo	Sistema Vertical	15,30	4,60	0,0001 **
Mes 2	Sistema Suelo	Sistema Vertical	34,65	11,00	0,0001 **
Mes 3	Sistema Suelo	Sistema Vertical	118,35	65,50	0,0001 **
Mes 4	Sistema Suelo	Sistema Vertical	158,65	118,25	0,0001 **

La tabla 11 prueba T de Student muestra los resultados para la variable número de flores del sistema implementado en el suelo en comparación con el sistema implementado en mangas verticales. En los 4 meses de evaluación se registra una diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos mostrando los resultados más altos para el sistema convencional o suelo.

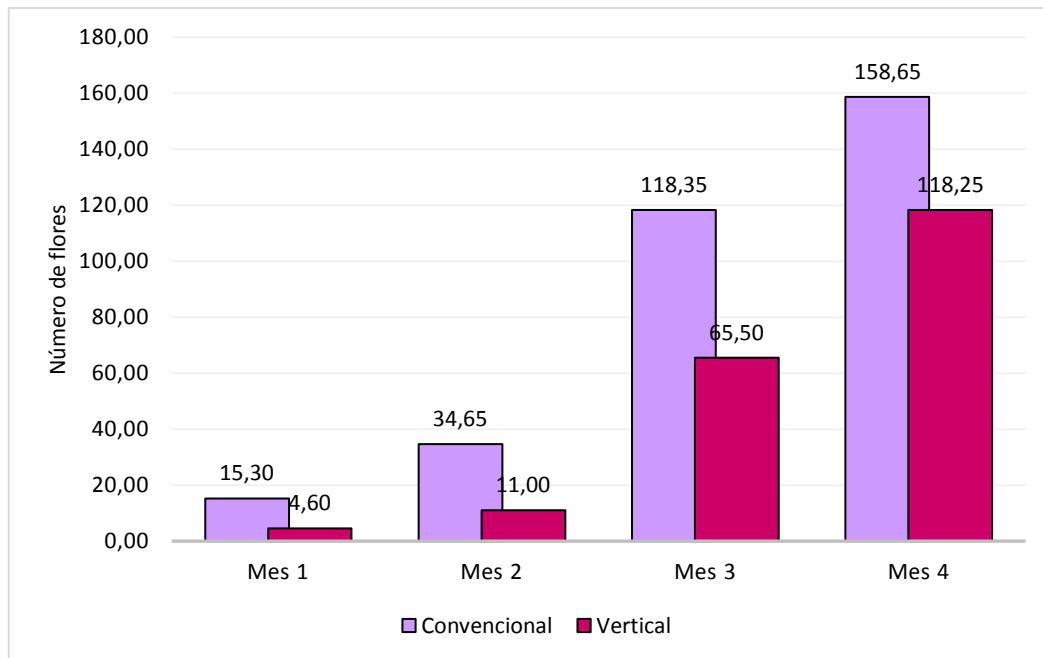


Figura 19: Número de flores análisis mensual por sistema.

4.1.2 Número de frutos

En la tabla 12 se muestra la prueba T de student para la variable número de frutos en el sistema convencional a partir del día 140 posterior al trasplante.

Tabla 12: Prueba T de Student para la variable número de frutos en el sistema convencional a partir del día 140 posterior al trasplante correspondientes a los cuatro meses de evaluación.

	Población 1	Población 2	Media P1 (unidad)	Media P2 (unidad)	p-valor
Mes 1	Suelo +Albión	Suelo + Monterrey	6,70	11,60	0,0617 ns
Mes 2	Suelo + Albión	Suelo + Monterrey	6,40	8,00	0,3520 ns
Mes 3	Suelo + Albión	Suelo + Monterrey	27,30	56,30	0,0014 **
Mes 4	Suelo + Albión	Suelo + Monterrey	141,50	170,10	0,0157 *

La tabla 12 Prueba de Student muestra los resultados para la variable número de frutos de los sistemas implementados en el sistema convencional comparados entre variedades. En el mes 1 y mes 2 de evaluación se observa que no existe diferencias estadísticas entre las poblaciones. En el mes 3 y mes 4 se registra diferencias estadísticas con resultados favorables en la variedad Monterrey.

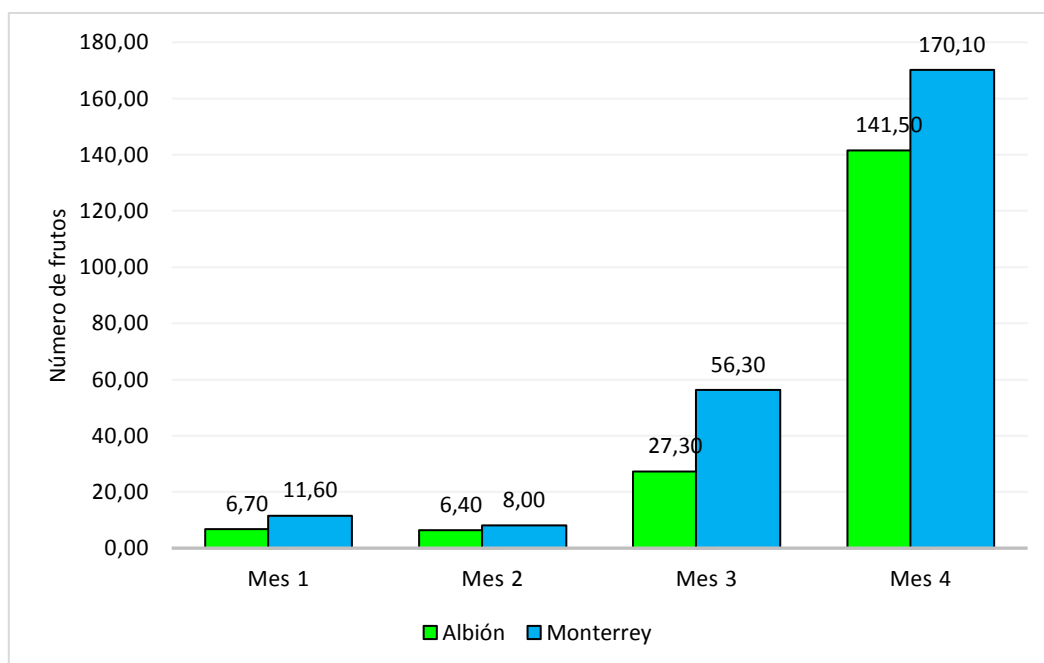


Figura 20: Número de frutos en el sistema convencional análisis mensual por variedad.

En la tabla 13 se muestra la prueba T de student para la variable número de frutos en el sistema vertical a partir del día 140 posterior al trasplante.

Tabla 13: Prueba T de Student para la variable número de frutos en el sistema vertical a partir del día 140 posterior al trasplante correspondientes a los cuatro meses de evaluación.

	Población 1	Población 2	Media P1 (unidad)	Media P2 (unidad)	p-valor
Mes 1	Vertical +Albi3n	Vertical + Monterrey	0,80	0,70	0,8135 ns
Mes 2	Vertical +Albi3n	Vertical + Monterrey	0,30	0,10	0,4115 ns
Mes 3	Vertical +Albi3n	Vertical + Monterrey	4,40	5,10	0,8486 ns
Mes 4	Vertical +Albi3n	Vertical + Monterrey	43,50	52,10	0,3326 ns

La tabla 13 prueba de Student muestra los resultados para la variable número de frutos implementados en el diseño de mangas verticales comparados entre variedades; en los cuatro meses de evaluación no se registra diferencias estadísticas entre las poblaciones.

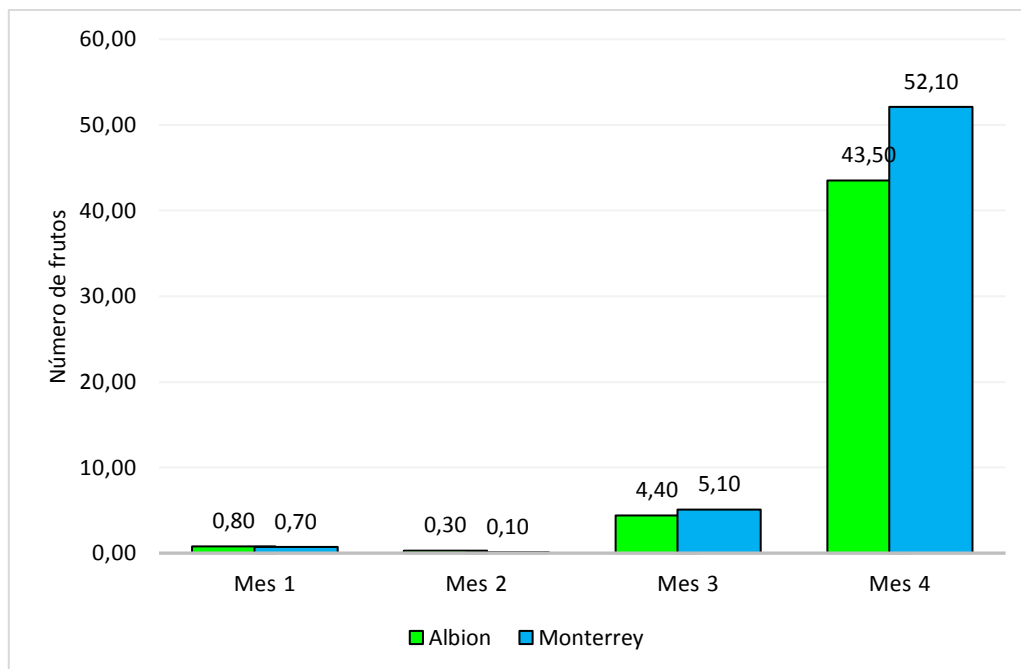


Figura 21: Número de frutos en el sistema vertical análisis mensual por variedad.

En la tabla 14 se muestra la prueba T de Student para la variable número de frutos en el sistema convencional y sistema vertical a partir del día 140 posterior al trasplante.

Tabla 14: Prueba T de Student para la variable número de frutos en el sistema convencional y vertical a partir del día 140 posterior al trasplante correspondientes a los cuatro meses de evaluación.

	SS	SV	Media SS (unidad)	Media SV (unidad)	p-valor
Mes 1	Sistema Suelo	Sistema Vertical	9,15	0,75	0,0001 **
Mes 2	Sistema Suelo	Sistema Vertical	7,20	0,20	<0,0001 **
Mes 3	Sistema Suelo	Sistema Vertical	41,80	4,75	<0,0001 **
Mes 4	Sistema Suelo	Sistema Vertical	155,80	47,80	<0,0001 **

En la tabla 14 prueba T de Student muestra los resultados para la variable número de frutos implementados en el sistema convencional en comparación con el sistema implementado en mangas verticales. En los cuatro meses de evaluación se observa una diferencia estadística altamente significativa entre

las poblaciones, obteniendo los mejores resultados para el sistema implementado en suelo.

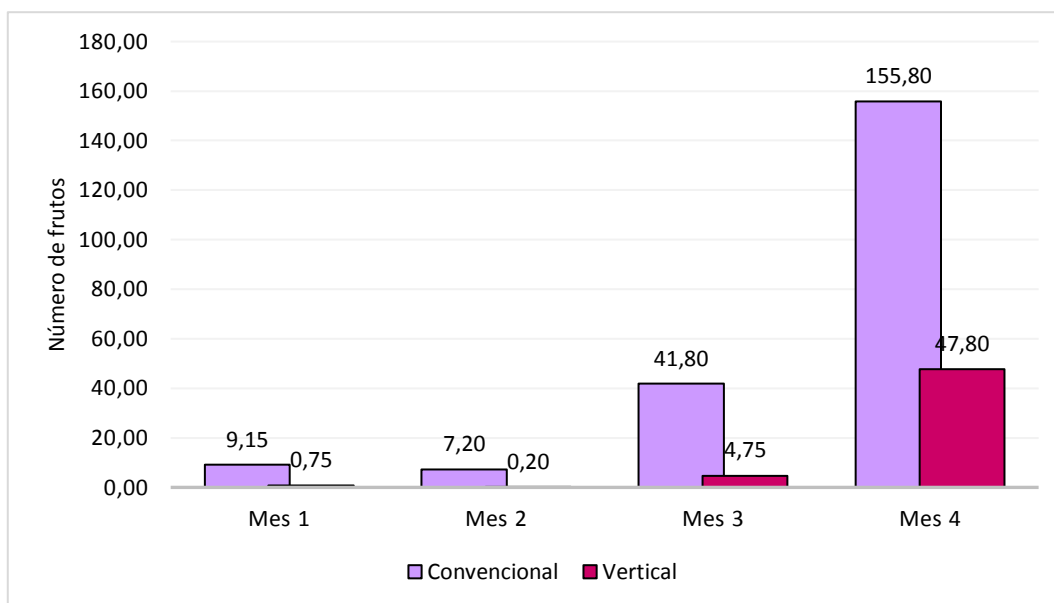


Figura 22: Número de frutos análisis mensual por sistema.

4.1.3 Rendimiento

En la tabla 15 se muestra la prueba T de student para el rendimiento en el sistema convencional a partir del día 140 posterior al trasplante.

Tabla 15: Prueba T de Student para la variable rendimiento de los frutos en el sistema convencional a partir del día 140 posterior al trasplante correspondientes a los cuatro meses de evaluación.

	Población 1	Población 2	Media P1 (tn/ha)	Media P2 (tn/ha)	p-valor
Mes 1	Suelo +Albión	Suelo + Monterrey	1,43	2,24	0,1673 ns
Mes 2	Suelo + Albión	Suelo + Monterrey	0,98	1,62	0,0660 ns
Mes 3	Suelo + Albión	Suelo + Monterrey	3,93	8,36	0,0001 **
Mes 4	Suelo + Albión	Suelo + Monterrey	18,33	22,50	0,0432*

La tabla 15 prueba T de Student muestra los resultados para la variable rendimiento en el sistema implementado en el suelo comparados entre variedades; en el mes 1 y mes 2 de evaluación no se registra diferencia estadística entre las poblaciones.

En el mes 3 y mes 4 de evaluación la diferencia estadística significativa obteniendo resultados favorables para la variedad Monterrey.

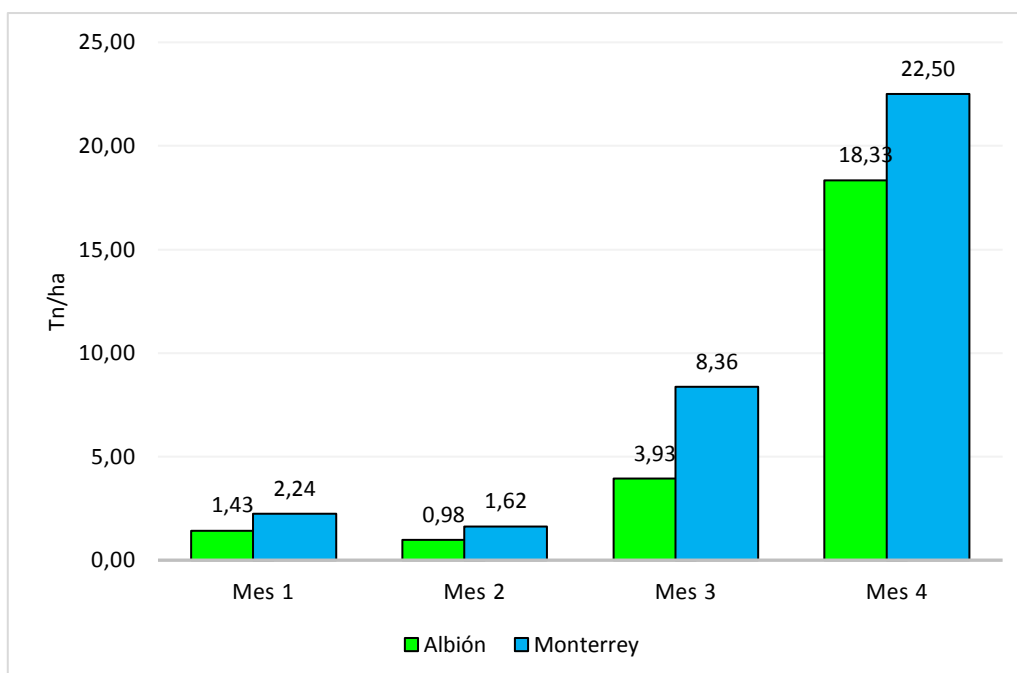


Figura 23: Rendimiento de los frutos en el sistema convencional análisis mensual por variedad.

En la tabla 16 se muestra la prueba T de student para la variable rendimiento en el sistema vertical a partir del día 140 posterior al trasplante.

Tabla 16: Prueba T de Student para la variable rendimiento de los frutos en el sistema vertical a partir del día 140 posterior al trasplante correspondientes a los cuatro meses de evaluación.

	Población 1	Población 2	Media P1 (tn/ha)	Media P2 (tn/ha)	p-valor
Mes 1	Vertical +Albión	Vertical + Monterrey	0,23	0,30	0,6156 ns
Mes 2	Vertical +Albión	Vertical + Monterrey	0,22	0,08	0,4246 ns
Mes 3	Vertical +Albión	Vertical + Monterrey	2,04	3,01	0,665 ns
Mes 4	Vertical +Albión	Vertical + Monterrey	18,54	23,93	0,0525 *

La tabla 16 prueba T de Student muestra los valores para la variable rendimiento en los tratamientos implementados en el sistema de mangas verticales comparados entre variedades. En los tres primeros meses de evaluación no se observa una diferencia estadística entre las poblaciones. Para

el mes 4 de evaluación se obtiene valores más altos con la variedad Monterrey con una diferencia estadística significativa entre las poblaciones.

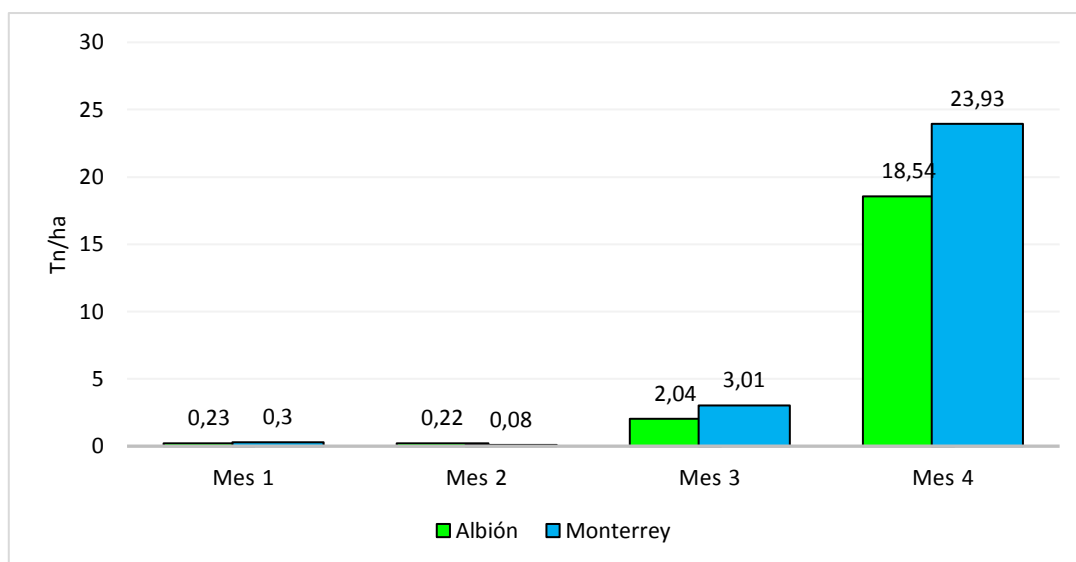


Figura 24: Rendimiento de los frutos en el sistema vertical análisis mensual por variedad.

En la tabla 17 se muestra la prueba T de student para la variable rendimiento en el sistema convencional y vertical a partir del día 140 posterior al trasplante.

Tabla 17: Prueba T de Student para la variable rendimiento de los frutos en el sistema convencional y vertical a partir del día 140 posterior al trasplante correspondientes a los cuatro meses de evaluación.

	SS	SV	Media SS (tn/ha)	Media SV (tn/ha)	p-valor
Mes 1	Sistema Suelo	Sistema Vertical	1,83	0,28	0,0001 **
Mes 2	Sistema Suelo	Sistema Vertical	1,30	0,16	0,0001 **
Mes 3	Sistema Suelo	Sistema Vertical	6,13	2,56	0,0001 **
Mes 4	Sistema Suelo	Sistema Vertical	20,34	12,49	0,0001 **

La tabla 17 Prueba T de Student muestra los valores para la variable rendimiento del sistema implementado en suelo en comparación con el sistema implementado en mangas verticales. En los cuatro meses de evaluación se observa una diferencia altamente significativa entre los sistemas obteniendo los mejores resultados para el sistema convencional o suelo.

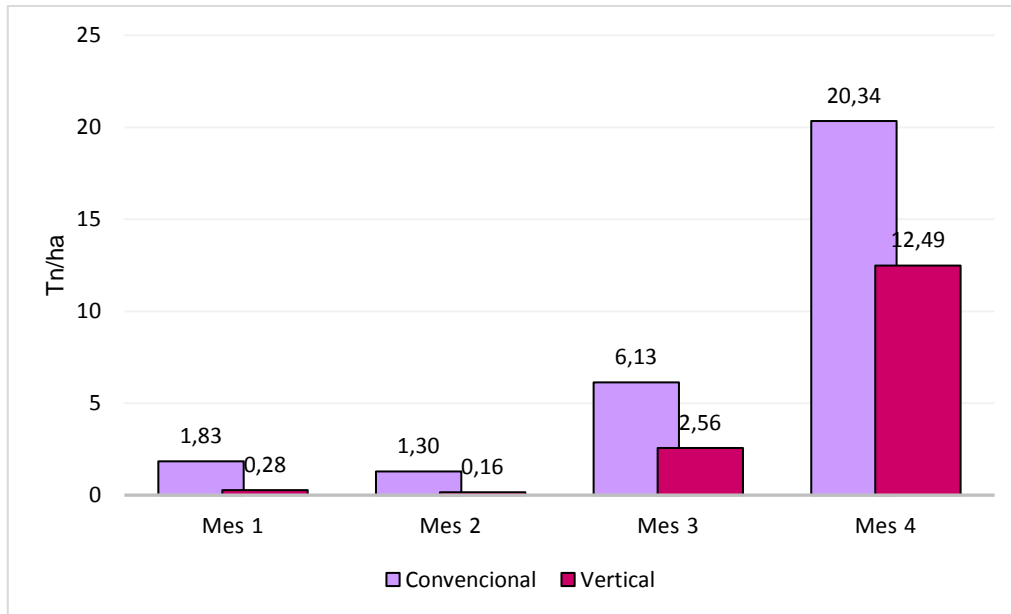


Figura 25: Rendimiento de los frutos análisis mensual por sistema.

4.1.4 Diámetro y longitud

En la tabla 18 se muestra la prueba de T de Student para la variable diámetro y longitud de los frutos en el sistema convencional a partir del día 230 posterior al trasplante.

Tabla 18: Prueba T de Student para las variables diámetro y longitud de los frutos en el sistema convencional a partir del día 230 posterior al trasplante.

	Población 1	Población 2	Media P1 (mm)	Media P2 (mm)	p-valor
Diámetro	Suelo +Albión	Suelo + Monterrey	37,66	36,59	0,5324 ns
Longitud	Suelo + Albión	Suelo + Monterrey	45,91	42,27	0,0003 **

La tabla 18 prueba T de Student muestra los resultados obtenidos para las variables diámetro y longitud de los frutos implementados en el sistema convencional comparados entre variedades; para la variable diámetro no se observa una diferencia estadística. En la variable longitud la variedad Albión obtiene los mejores resultados con una diferencia estadística altamente significativa.

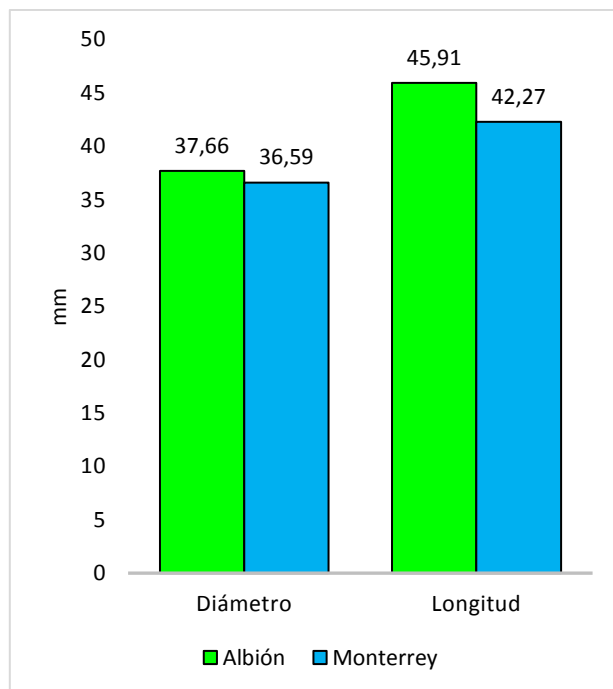


Figura 26: Diámetro y longitud de los frutos en el sistema convencional análisis por variedad.

En la tabla 19 se muestra la prueba de T de Student para la variable diámetro y longitud de los frutos en el sistema vertical a partir del día 230 posterior al trasplante.

Tabla 19: Prueba T de Student para las variables diámetro y longitud de los frutos en el sistema vertical a partir del día 230 posterior al trasplante.

	Población 1	Población 2	Media P1 (mm)	Media P2 (mm)	p-valor
Diámetro	Vertical +Albión	Vertical+ Monterrey	34,17	35,28	0,3437 ns
Longitud	Vertical+ Albión	Vertical + Monterrey	42,31	41,95	0,9097 ns

La tabla 19 Prueba T de Student muestra los valores obtenidos para las variables diámetro y longitud de los frutos implementados en el sistema vertical comparados entre variedades; en las dos variables no se muestra una diferencia estadística significativa entre las variedades.

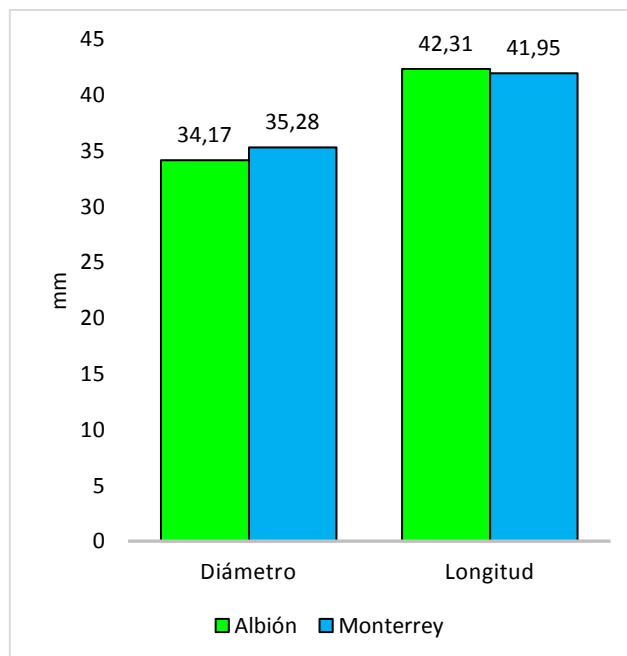


Figura 27: Diámetro y longitud de los frutos en el sistema vertical análisis por variedad.

En la tabla 20 se muestra la prueba de T de Student para la variable diámetro y longitud de los frutos en el sistema convencional y vertical a partir del día 230 posterior al trasplante.

Tabla 20: Prueba T de Student para las variables diámetro y longitud de los frutos en el sistema convencional y vertical a partir del día 230 posterior al trasplante correspondiente al mes de mayo.

	SS	SV	Media SS (mm)	Media SV (mm)	p-valor
Diámetro	Sistema Suelo	Sistema Vertical	37,12	34,72	0,0219*
Longitud	Sistema Suelo	Sistema Vertical	44,09	42,13	0,2441 ns

La tabla 20 Prueba T de Student muestra los valores obtenidos para las variables diámetro y longitud de los frutos en el sistema suelo en comparación con los implementadas en mangas verticales. En la variable diámetro se observa una diferencia significativa obteniendo resultados favorables en el sistema convencional. Para la variable longitud no se registra una diferencia estadística significativa entre los sistemas.

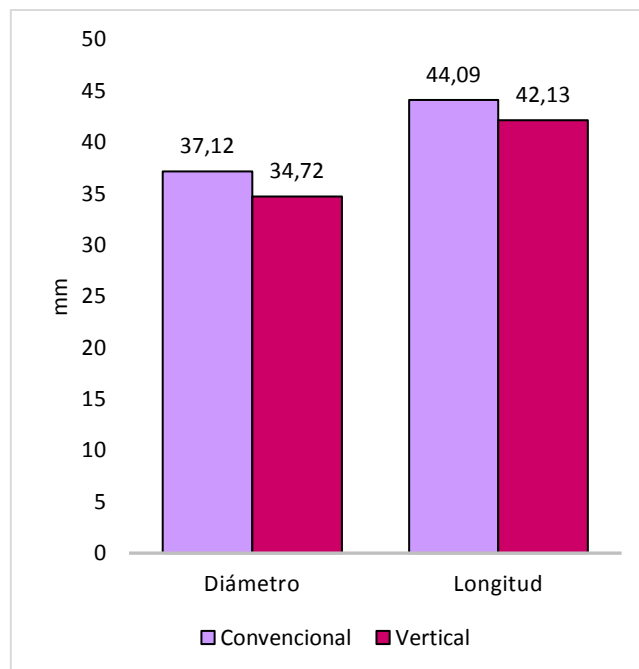


Figura 28: Diámetro y longitud de los frutos análisis por sistema.

4.1.6 Beneficio - costo

Se realizó el análisis para observar la conveniencia de los tratamientos según los costos de producción para cada tratamiento (Anexo 3 & Anexo 4). Se estableció el rendimiento para una hectárea haciendo una estimación de producción para 1 año de vida útil de las plantas, mediante el cálculo de las cosechas semanales a partir del día 140 posterior al trasplante como se muestra en la tabla siguiente.

Tabla 21: Análisis beneficio - costo por tratamiento

Poblaciones	Costo	Rendimiento (tn/ha)	Precio /kg	Venta	Utilidad	B/C
SC + VA	9256,00	8610,00	3,00	25830,00	16574,00	1,79
SC + VM	9256,00	12152,00	3,00	36456,00	27200,00	2,94
SV + VA	5047,50	2313,00	3,00	6939,00	1891,50	0,37
SV + VM	5047,50	3005,00	3,00	9015,00	3967,50	0,79

La tabla 21, el análisis beneficio - costo de los tratamientos en estudio muestran que el sistema convencional + variedad Monterrey fue el que mejor resultados obtuvo con un beneficio de 2,94\$ por cada 1\$ invertido,

considerándolo como una inversión rentable, debido quizás al alto rendimiento que produce la variedad Monterrey como se muestra en los resultados de número de flores, frutos y rendimiento en gramos.

4.2 Discusión

4.2.1 Número de flores

Para la variable número de flores implementadas en el sistema convencional comparadas entre variedades se obtuvieron resultados favorables para la variedad Monterrey en los primeros meses de evaluación, en los dos meses posteriores se encontró una diferencia estadística no significativa.

La comparación entre las variedades implementadas en el sistema vertical presentó una diferencia estadística no significativa.

Por su parte comparando los dos sistemas se obtuvo resultados favorables para el sistema convencional (suelo) en donde las plantas poseen mayor grado de retención de agua mencionado en Guía: para el Cultivo de fresa (2022) la influencia del suelo en su estructura y contenido de nutrientes es una de las bases fundamentales para el desarrollo de cultivo de fresa haciendo preferencia para suelos equilibrados, aireados, bien drenados y con capacidad de retención de agua.

La implementación de sistema vertical para la variable número de flores obtuvo los resultados bajos debido probablemente a la incidencia de las bajas temperaturas y la acción del viento que al estar ubicados de manera vertical tienden a estar más propensos a daños. Caminiti (2014) menciona que los vientos son dañinos para los cultivos frutales ya que ocasionan pérdidas de producción cuando no son protegidos contra el viento, dañan a las plantas y repercuten en la pérdida de flores y frutos para lo cual se necesita un período de recuperación para volver a emitir hojas y florecer retrasando así los intervalos de floración, así mismo Otero (2019) considera a los bruscos cambios de temperatura como una de las principales causas para la pérdida de flores en las plantas, cuando existe una variación térmica entre el día y la noche durante la etapa de floración se evidencia la caída de flores.

4.2.2 Número de frutos

La variable número de frutos comparando las variedades implementadas en el sistema convencional mostró en los primeros meses de evaluación una diferencia estadística no significativa, para los dos meses siguientes se obtiene resultados favorables con la variedad Monterrey, coincidiendo con la afirmación de Ferrucho & Ruíz (2013) quienes determinan que las características agronómicas de la variedad Monterrey presentan mejores resultados para mayor área foliar, mayor número de flores e inicio temprano de la floración, fructificación y cosecha.

La comparación de las variedades implementadas en el sistema de mangas verticales presentó una diferencia estadística no significativa.

De los datos obtenidos de la comparación entre los dos sistemas se obtuvo los mejores resultados en el sistema convencional, debido al estar implementado en el suelo y tener mayor capacidad de retención de agua la fertilización edáfica y el control fitosanitario foliar fueron mayormente asimilados por las plantas corroborando con el artículo publicado en “Finca y Campo” (2019) donde se menciona que cuando los nutrientes necesarios para el desarrollo de la planta no se encuentran en cantidades suficientes se debe realizar una fertilización radicular en donde dependiendo de las propiedades del suelo, las raíces de las plantas absorben el agua junto con los nutrientes disueltos en el mismo.

Yauricasa (2019) indica que al comparar dos sistemas de producción entre vertical y convencional obtiene los mejores resultados para la variable número de frutos por planta al sistema convencional con una media de 10,84 respectivamente.

4.2.3 Rendimiento

Para la variable rendimiento de los frutos comparando las variedades implementadas en el sistema convencional se observó en los dos primeros meses de evaluación una diferencia estadística no significativa, para los meses posteriores se obtuvo resultados favorables con la variedad Monterrey lo cual se confirma con lo reportado por Ferrucho & Ruíz (2013) quienes mencionan

que la variedad Monterrey se destaca en producción al presentar un mayor número de coronas, número de hojas y área foliar, también muestra menos tendencia en pérdida de frutos debido a sus características fenotípicas que le confieren resistencia.

En la comparación de las variedades en el sistema de mangas verticales se obtuvo en los tres primeros meses de evaluación una diferencia estadística no significativa, en el mes siguiente se observó los mejores resultados para la variedad Monterrey.

Por su parte mediante la comparación entre los sistemas se obtiene resultados favorables para el sistema convencional coincidiendo con los datos obtenidos en la investigación de Yauricasa (2019) quien al evaluar rendimiento por planta obtuvo el mayor rendimiento 0,32 kg por planta bajo un sistema de manejo convencional frente a un vertical. Adlercreutz (2011) comparó entre 8 variedades de fresa la variable de rendimiento comercial, obteniendo la variedad Monterrey en quinto lugar con un rendimiento de 1,59 kg/ planta y en sexto lugar la variedad Albión con un rendimiento de 1,45 kg/ planta.

Se obtuvieron datos menores en el sistema de mangas verticales debido probablemente a que al utilizar sustrato las plantas tardaron más en adaptarse y no realizaron una correcta absorción de nutrientes. De acuerdo con Meneses (2014) quien menciona que la cascarilla de arroz al utilizarse como sustrato posee las desventajas de poca retención de humedad, compactación y no presenta propiedades nutritivas en comparación con las del suelo.

4.2.4 Diámetro

En la variable diámetro de los frutos comparadas las variedades en el sistema convencional se observó una diferencia estadística no significativa. Al igual que en la comparación de las variedades en el sistema de mangas verticales una diferencia estadística no significativa.

Entre la comparación de los dos sistemas se obtuvo resultados favorables para el sistema convencional.

Para la variable diámetro de los frutos se muestran resultados inferiores en el sistema de agricultura vertical debido quizá a la exposición de las bajas temperaturas y la poca disponibilidad del agua como lo menciona la FAO (2014) los frutos de fresa están considerandos en un rango de afectación por bajas temperaturas como moderadamente susceptibles y cuando se presentan generan daño a los tejidos celulares disminuyendo considerablemente el tamaño de los frutos y Ferrucho & Ruíz (2013) quienes mencionan que un contenido bajo de humedad en el suelo hace que el tamaño del fruto sea menor, al no satisfacer los requerimientos hídricos de las plantas.

4.2.5 Longitud

Para la variable longitud de los frutos en comparación de las variedades implementadas en el sistema convencional se mostró con mejores resultados a la variedad Albión coincidiendo con Oliva y Trauco (2018) quienes en su evaluación entre 7 variedades de fresa implementadas en sistema convencional a diferentes distancias de siembra obtienen el mejor promedio en largo de los frutos para la variedad Albión con un promedio de 56,66 mm.

En la comparación de las variedades implementadas en el sistema de mangas verticales presentó una diferencia estadística no significativa. Así mismo, en la comparación entre los dos sistemas se obtuvo una diferencia estadística no significativa.

4.2.6 Beneficio - Costo

Para la variable costo- beneficio por tratamientos se obtuvo los mejores resultados para el sistema convencional junto a la variedad Monterrey coincidiendo con Quispe (2013) quien en la evaluación de los costos de producción entre las variedades Albión y Monterrey obtiene como variedad más rentable a la Monterrey con una ganancia de 2,50\$ mediante una aproximación de un año de producción del cultivo.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- En el sistema convencional para las variables número de flores, número de frutos y rendimiento la mejor es la variedad Monterrey.
- En el sistema vertical no hay diferencias estadísticas entre variedades.
- Para las variables número flores, número de frutos, rendimiento, diámetro y longitud el mejor sistema fue el convencional o en suelo.
- La mejor relación de beneficio – costo se obtiene del sistema convencional + variedad Monterrey.

5.2 Recomendaciones

- Para la producción de fresa en la provincia del Carchi para la obtención de un mayor rendimiento se recomienda el manejo de un sistema en suelo con la variedad Monterrey.
- Sugiero implementar agricultura vertical con otro tipo de sustrato para comprobar el que mejores condiciones de retención de agua brinda.
- Recomiendo continuar con la implementación de modelos de agricultura vertical en esta y otras especies como una alternativa de agricultura sostenible que aproveche los recursos disponibles.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- Adinir, H. (2021). *Pinterest*. Recuperado el 2022, de Cultivo Hidropónico vertical o bolsas o mangas de plástico:
<https://www.pinterest.com/pin/267682771573879118/>
- Adlercreutz, E. (2011). *EVALUACIÓN DE VARIEDADES DE FRUTILLA DE DÍA NEUTRO EN EL CINTURÓN HORTÍCOLA DE MAR DEL PLATA*. Argentina: INTA.
- Agrícola Llahuen. (2015). *Variedades de día neutro*. Chile: [www. IIAHUEN.com](http://www.IIAHUEN.com).
- agricultura, F. b. (2021). *Evaluación de tres variedades de frutilla en un sistema semihidropónico, bajo condiciones de invernadero*. Quito: Universidad San Francisco de Quito.
- AgroEs.es. (2020). Fresa y el fresón, taxonomía, y descripciones botánicas, morfológicas, fisiológicas y ciclo biológico. *AGROES.es*, 2.
- Agrolibertad. (2010).
- Agroquímicos Arca S.A de C.V. (2020). *Reproducción asexual por estolones*.
- Agrotendencia. (06 de enero de 2022). *www.agrotendencia.tv*. Obtenido de Granjas verticales ¿Cómo producir más en menos espacio?:
https://www.youtube.com/watch?v=Z73B29eUC60&ab_channel=Agrotendencia
- Agroware. (2016). 10 ventajas de la agricultura vertical: El Futuro llegó a la Agricultura. *agroware software agrícola*.
- Aguilar, J. (2011). *Ecuagroimport*. Obtenido de Cultivo de frutilla estabecimiento y post-plantación: http://www.ecuagroimport.com/wp-content/uploads/2017/11/Folleto-agricola_8pgs.pdf
- Arellano, P. (2020). *Nutrition Theme*.
- Caminiti, A. (2014). *CULTIVO DE FRUTILLAS EN LA PROVINCIA DE NEUQUÉN*. Neuquén: INTA.
- Campo, F. y. (2019). *Fertilización de cultivos: absorción de nutrientes por las plantas*. Admindefinca.
- Castro, R. (11 de noviembre de 2019). *INTA informa*. Recuperado el 2022, de Huertas verticales, otro motivo para seguir de siembra:
<https://intainforma.inta.gob.ar/huertas-verticales-otro-motivo-para-seguir-de-siembra/>
- CEDIG. (2018). *La erosión en el Ecuador*. Documentos de Investigación N° 6-1986.

- Centro Empresarial Metropolitano. (01 de 10 de 2020). *Ficha Monterrey*. Recuperado el 04 de 07 de 2022, de Ficha Monterrey: https://www.proplantas.com/plantas-de-fresa/pdf/Ficha_Monterrey.pdf
- Chimborazo, E. (2014). *"Análisis de la producción de fresas y su relación con el nivel de ingresos de los productores de la parroquia de Ambatillo del cantón Ambato en el primer semestre del año 2013"*. Ambato -Ecuador: Universidad Técnica de Ambato.
- EcolInventos. (1 de febrero de 2022). *Green Technology*. Recuperado el 27 de febrero de 2022, de Cómo crear un sistema hidropónico casero con 168 plantas: <https://ecoinventos.com/como-crear-un-sistema-hidroponico-casero-con-168-plantas/>
- EcuRed. (2019). *Fragaria*. *EcuRed*.
- El Comercio. (10 de Septiembre de 2011). La frutilla es un cultivo rentable. *Un cultivo de frutilla hidropónica. Esta fruta se produce en la parroquia Checa, de Quito.*, pág. 2.
- El Productor. (2021). *El cultivo de frutilla*. Quito-Ecuador: Cámara de Agricultura Zona I.
- Encalada, J. (2020). *Evaluación de tres soluciones nutritivas en el rendimiento y calidad de dos variedades de fragaria x ananassa "fresa" en un sistema semihidropónico*. Sangolquí: Universidad de las Fuerzas Armadas.
- FAO. (2002). *Agricultura mundial: hacia los años 2015/2030 Informe resumido*. ISBN: 3253047615.
- FAO. (2014). *El daño producido por las heladas fisiología y temperaturas críticas*. Frost Vol.1.
- Ferrucho, A. M., & Ruíz, D. (2013). *Evaluación y Comparación del comportamiento agronómico de dos cultivares de fresa "Albión y Monterre" sembrados a libre exposición y bajo macrotúnel en la Sabana de Bogotá*. Cajicá: Universidad Militar Nueva Granada.
- Fonseca, L. (2015). *Manual Fresa*. Obtenido de Programa de apoyo agrícola y agroindustrial vicepresidencia de fortalecimiento empresarial Cámara de Comercio de Bogotá: <file:///C:/Users/USER/Downloads/Fresa.pdf>
- GAD Carchi. (2019). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la provincia del Carchi*. Carchi.
- Guía para el cultivo de fresa*. (02 de agosto de 2022). Obtenido de Innovación Agrícola: https://www.hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=page&id=290
- Guzmán, A. (2021). *"Evaluación de un sistema semi hidróponico utilizando dos tipos de sustrato frente a un sistema convencional en el cultivo de frutilla"*

variedad Albión bajo condiciones de invernadero". Quito: Universidad San Francisco de Quito.

- Hidalgo, D. (2016). "Evaluación de controladores Biológicos: *Trichoderma harzianum* y *Bacillus subtilis*, en el cultivo de fresa (*Fragaria vesca* L) variedad Albión, para el control de podredumbre gris (*Botrytis cinerea*) en el Centro experimental San Francisco, Cantón Huaca, Prov. Tulcán: UPEC.
- Hidroponía CR. (2009). *Sistema NFT (Nutrient Film Technique)*. Recuperado el 27 de febrero de 2022, de Sites: <https://sites.google.com/site/hydrocr/nft>
- Ibadango, F. (2017). "EFICIENCIA Y RENTABILIDAD DEL SISTEMA HIDROPÓNICO VERTICAL FRENTE AL CONVENCIONAL EN LA PRODUCCIÓN DE TRES VARIETADES DE FRESA (*Fragaria vesca* L.), EN LA GRANJA EXPERIMENTAL YUYUCOCHA, IMBABURA". Yuyucocha: Universidad Técnica del Norte.
- InfoAgro. (2020). El cultivo de la Fresa. *InfoAgro.com*.
- InfoAgro. (2020). LA AGRICULTURA VERTICAL: LA AGRICULTURA DEL FUTURO. *INFOAGRO*, 2.
- Llumiquinga, A. (2017). *Evaluación de fertilización mineral y órgano/mineral con fertirriego en el cultivo de frutilla *Fragaria x ananassa* (Weston) Duchesne; variedad albión.* . Quito.
- Loeza, J. (2018). *MANUAL DE PRODUCCIÓN DE FRESA EN COALCOMÁN MICHOCÁN*. Coalcomán: INGENIERÍA EN DESARROLLO COMUNITARIO ITS.
- López, D., Sanchez, M., Acuña, J., & Fischer, G. (2018). *Propiedades fisicoquímicas de siete variedades destacadas de fresa cultivadas en Cundinamarca (Colombia), durante su maduración*. Mosquera-Colombia: Copoica Cienc Tecnol Agropecuaria.
- Macas . (2014). Ecuador aumenta sus exportaciones de frutas al mundo. *El Agro*, 3.
- Medina, J. (2015). *EVALUACIÓN DE CUATRO ABONOS ORGÁNICOS EN LA PRODUCCIÓN DE LA FRESA (*Fragaria chiloensis*) VARIETADE ALBIÓN EN LA GRANJA EDUCATIVA DEL COLEGIO BACHILLERATO SAN VICENTE FERRER DE LA PARROQUIA CHUQUIRIBAMBA CANTÓN LOJA – PROVINCIA DE LOJA*. Loja: Universidad Nacional de Loja.
- Meneses, A. (10 de julio de 2014). *La Huerta Agrícola*. Obtenido de Cascarilla de arroz: <https://www.huertagricola.com.co/2017/07/cascarilla-de-arroz.html>
- Mogollón, E., & Quimbay, Y. (2019). *LA AGRICULTURA VERTICAL COMO ESTRATEGÍA PARA GARANTIZAR LA SEGURIDAD ALIMENTARIA EN TERMINOS DE ABASTECIMIENTO Y CALIDAD DE PRODUCTOS EN EL MUNICIPIO DE GACHETÁ CUNDINAMARCA*. Gachetá Cundinamarca: Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD).

- Muyulema, M. (2021). *"Evaluación de la productividad de dos orígenes de fresa variedad Albión en la parroquia Montalvo"*. Quito: Universidad Técnica de Ambato.
- Naturelux. (2021). *Variedade de fresa Monterrey*. Woman354.pro.
- Navas, F., & Peña, L. (2012). *Los diseños verticales y la agricultura unidos para la producción de alimentos en los Módulos para Huertas Urbanas Verticales*. México: SSN-e 2145-6453.
- Noojier, L. d. (16 de abril de 2021). *GROOTS*. Obtenido de ¿Qué es el cultivo vertical? ¿Y por qué hacia arriba marca la diferencia?: <https://www.groots.eco/post/que-es-el-cultivo-vertical>
- Oliva, M., Oliva, J., & Trauco, C. (2018). *Determinación de parámetros físicoquímicos y productividad de cinco variedades de fresa (Fragaria spp.) cultivadas bajo sistema de acolchado en Molinopampa, Amazonas*. Molinopampa: DOI:10.25127/aps.20183.401.
- Otero, P. (2019). *¿Por qué se caen las flores de mis plantas? Caída de flores de tomate*. AgroHuerto.
- Pacheco, A., & Montoya, C. (2008). *Sembrando para el futuro*. Recuperado el 2022, de Agricultura Vertical: <http://usi.earth.ac.cr/glas/sp/DocTecnicos/binder11.pdf>
- Palchisaca, M. J. (2018). *Evaluación de soluciones nutritivas con cinco dosis de calcio en el cultivo de fresa cultivar Albión mediante fertirriego*. Riobamba- Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Quintero, O. (2016). *"Evaluación preliminar del uso productivo de los suelos y su relación con su estado de conservación en fincas de los cantones Huaca, Tulcán y Montufar"*. Tulcán: UPEC.
- Rakhimova, L. (2022). *Planta de fresa en manos de agricultores que crecen en lecho de jardín con bayas deformadas debido a la deficiencia de boro*. Obtenido de Dreamstime: <https://es.dreamstime.com/planta-de-fresa-en-manos-agricultores-que-crecen-lecho-jard%C3%ADn-con-bayas-deformadas-debido-la-deficiencia-boro-cosecha-y-image212429343>
- Rivadeneira, D. (2016). *"Evaluación de tres dosis de zeolita para optimizar el rendimiento del cultivo de Fresa (Fragaria x ananassa), en el cantón Tulcán provincia del Carchi"*. Tulcán: UPEC.
- SCRIBD. (2012). *Fotos de Sistema de Manga Vertical de HIDROPONÍA*. worldfree2012.
- Sevilla, L. (2010). Obtenido de Implementación de un modelo de agricultura urbana orientado a la seguridad alimentaria y al reciclaje de basura: <file:///C:/Users/user/Downloads/Implementacion%20de%20un%20modelo%20de%20agricultura%20urbana%20orientado%20a%20la%20seguridad%20alimentaria%20y%20al%20reciclaje%20de%20basura.pdf>

- Terán, L., & Cartagena, P. (2016). *“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DE UNA MICROEMPRESA PRODUCTORA Y COMERCIALIZADORA DE FRESAS DE CRECIMIENTO VERTICAL EN LA PARROQUIA DE CHALTURA CANTÓN ANTONIO ANTEPROVINCIA DE IMBABURA”*. Ibarra: Universidad Técnica del Norte.
- Torrealba, A. L. (2021). *El desgaste del suelo provoca la disminución del 23% de la productividad agrícola*. Costa Rica: PNUD .
- UAB, I. (2017). *Las plantaciones de palma aceitera provocan la infertilidad de los suelos tropicales*. Guatemala: Sala de prensa.
- Vizcaíno, L. (2011). *Estudio de factibilidad para la producción y comercialización de frutilla (Fragaria chiloensis) en Checa – Pichincha*. Quito.
- Yandún, M. d. (2019). *“Evaluación de la fertilización orgánica e inorgánica utilizando dos tipos de acolchado en el cultivo de fresa (Fragaria sp) en las variedades Albión y Monterrey”*. Tulcán: UPEC.
- Yauricasa, J. (2019). *“PRODUCCIÓN DE FRESA (Fragaria x ananassa Duch.) EN DOS SISTEMAS DE HIDROPONIA BAJO COBERTURA PLÁSTICO*. Huancavelica - Perú: UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA.

VII. ANEXOS

Anexo 1: Acta

	UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES CARRERA DE AGROPECUARIA	
ACTA		
DE LA SUSTENTACIÓN DE PREDEFENSA DEL DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR:		
NOMBRE PAUCAR GUAMIALAMA LILIANA JOSELYN	CÉDULA DE IDENTIDAD	0402079826
NIVEL/PARALELO: EGRESADA	PERIODO ACADÉMICO:	2022 A
TEMA DEL TIC:	"Evaluación del rendimiento del cultivo de fresa (Fragaria sp) en las variedades Albión y Monterrey mediante dos sistemas de producción en el Centro Experimental San Francisco cantón Huaca, provincia del Carchi"	
<hr/>		
Tribunal designado por la dirección de esta Carrera, conformado por:		
PRESIDENTE:	PhD GARCIA BOLIVAR JUDITH JOSEFINA	
DOCENTE TUTOR:	MSC. IBARRA ROSERO EDISON MARCELO	
DOCENTE:	MSC. ORTIZ TIRADO PAÚL SANTIAGO	
De acuerdo al artículo 32: Una vez entregados los documentos; y, cumplidos los requisitos para la realización de la pre-defensa el Director/a de Carrera designará el Tribunal, fijando lugar, fecha y hora para la realización de este acto:		
EDIFICIO DE AULAS 4	AULA:	2
FECHA:	jueves, 8 de septiembre de 2022	
HORA:	15H00 - 16H00	
Obteniendo las siguientes notas:		
1) Sustentación de la predefensa:	4.90	
2) Trabajo escrito	2.40	
Nota final de PRE DEFENSA	7.30	
Por lo tanto:	APRUEBA CON OBSERVACIONES	; debiendo acatar el siguiente artículo:
Art. 36.- De los estudiantes que aprueban el informe final del TIC con observaciones.- Los estudiantes tendrán el plazo de 10 días para proceder a corregir su informe final del TIC de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros del Tribunal de sustentación de la pre-defensa.		
Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el jueves, 8 de septiembre de 2022		
		
PhD GARCIA BOLIVAR JUDITH JOSEFINA PRESIDENTE		
		
MSC. IBARRA ROSERO EDISON MARCELO DOCENTE TUTOR	MSC. ORTIZ TIRADO PAÚL SANTIAGO DOCENTE	
Adj.: Observaciones y recomendaciones		



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL
DEL CARCHI**

Informe sobre el Abstract de Artículo Científico o Investigación.

Autor: Paucar Guamialamá Lilibiana Joselyn

Fecha de recepción del abstract: 14 de septiembre de 2022

Fecha de entrega del informe: 14 de septiembre de 2022

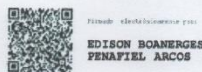
El presente informe validará la traducción del idioma español al inglés si alcanza un porcentaje de: 9 – 10 Excelente.

Si la traducción no está dentro de los parámetros de 9 – 10, el autor deberá realizar las observaciones presentadas en el ABSTRACT, para su posterior presentación y aprobación.

Observaciones:

Después de realizar la revisión del presente abstract, éste presenta una apropiada traducción sobre el tema planteado en el idioma inglés. Según los rubrics de evaluación de la traducción en inglés, ésta alcanza un valor de 9, por lo cual se valida dicho trabajo.

Atentamente



Ing. Edison Peñafiel Arcos MSc
Coordinador del CIDEN

Anexo 3. Costos de producción del cultivo de fresa en sistema convencional

COSTOS DE PRODUCCION POR 200 m ²					
CULTIVO: fresa variedad Albión y Monterrey			SISTEMA: convencional		
CANTÓN: Huaca			FECHA: 2021 - 2022		
	Unidad de medida	Cantidad	V. unitario	V. Total	V. depreciación
PREPARACIÓN DEL TERRENO					
Análisis de suelo	muestra	0,5	25,00	12,50	12,50
Arada y Rastra	30 minutos	0,5	10,00	5,00	5,00
Desinfección de fondo CAL	quintal	0,25	3,50	0,88	0,88
Mano de obra elaboración de camas	jornal	0,75	12,00	9,00	9,00
SUBTOTAL				27,38	27,38
INSTALACIÓN DEL ENSAYO					
Madera para cerca	unidad	4	1,25	5,00	1,11
Malla sarán negra	metros	13,75	1,10	15,13	3,36
Plástico polietileno negro	metros	18	1,50	27,00	6,00
Alambre de cerca	rollo	0,25	80,00	20,00	4,44
Mano de obra	jornal	0,25	12,00	3,00	3,00
SUBTOTAL				70,13	17,92
PLANTAS					
Plántulas variedad Monterrey	unidad	250	0,25	62,5	62,50
Encomienda	transporte	0,25	10	2,5	2,50
SUBTOTAL				65	65
SIEMBRA					
Fertilización de fondo NITROFOSKA	kilo	1	0,95	0,95	0,95
Desinfección de plántulas CAPTAN (Carboxamida)	100 gr	0,25	7,00	1,75	1,75
Mano de obra siembra	jornal	0,25	12,00	3,00	3,00
SUBTOTAL				5,70	5,70
COSTO DE MANTENIMIENTO 4 MESES (sin cosechas)					
Fertilización edáfica					
Brigade (Bitenthrin)	250 cc	0,25	7,40	1,85	1,85
Kashu (Kasugamycin)	500 cc	0,25	7,20	1,80	1,80
Rescate (Acetamiprid)	100 gr	0,25	7,30	1,83	1,83
Vitavax Floable (Carboxin - Thiram)	250 cc	0,25	7,30	1,83	1,83
BM86 Crema de algas (Boro -Magnesio)	500 cc	0,25	8,30	2,08	2,08
K50 (Nitrógeno - Potasio)	500 cc	0,25	6,60	1,65	1,65
Fosfacel 20-53-0	500 gr	0,5	4,80	2,40	2,40
AGRO K 0 -39-52	kilo	0,25	10,40	2,60	2,60
SUBTOTAL				16,03	16,03
Control Fitosanitario					
Floral (P2O5)	500 cc	0,25	5,90	1,48	1,48
Curathane (Mancozeb + Cymoxanil)	500 gr	0,25	5,80	1,45	1,45

SUBTOTAL				2,93	2,93
Control Botrytis					
Cantus	100 cc	0,25	10,00	2,50	2,50
Polyran	500 gr	0,25	5,90	1,48	1,48
Tryclan	100 gr	0,25	6,20	1,55	1,55
SUBTOTAL				5,53	5,53
COSTO DE MANTENIMIENTO 4 MESES (17 cosechas)					
Fertilización edáfica					
Sulfato de amonio	1 lb	0,75	4,00	3,00	3,00
Sulfato de zinc	2 lb	0,75	4,00	3,00	3,00
Sulfato de magnesio	2 lb	0,75	4,00	3,00	3,00
Akafos violeta	2 lb	0,75	4,00	3,00	3,00
Giberelinas	5 lb	0,75	4,00	3,00	3,00
SUBTOTAL				15,00	15,00
Control Botrytis					
Avatar (Beta - Cyflutrin)	100 cc	0,5	3,00	1,50	1,50
Hexmite (Hexithiazox)	100 gr	0,5	7,00	3,50	3,50
Shartio (Methyl thiofanato)	100 gr	0,5	2,50	1,25	1,25
SUBTOTAL				6,25	6,25
Control Babosa					
Molusquicida (Metoldehyde)	100 gr	0,5	2,50	1,25	1,25
SUBTOTAL				7,50	7,50
LABORES CULTURALES					
Podas (cada dos meses)	jornal	0,25	12,00	3,00	3,00
Deshierbes (cada dos meses)	jornal	0,25	12,00	3,00	3,00
Cosechas	jornal	0,25	25,50	6,38	6,38
SUBTOTAL				12,38	12,38
MATERIALES Y EQUIPOS					
Flexómetro	Unidad	0,25	10,00	2,50	0,56
Cuaderno	unidad	0,25	1,00	0,25	0,25
Calibrador (pie de rey)	Unidad	0,25	14,00	3,50	0,78
Balanza	unidad	0,25	20,00	5,00	1,11
Regadera	unidad	0,25	6,00	1,50	0,33
Tijera de podar	unidad	0,25	9,00	2,25	0,50
SUBTOTAL				15,00	3,53
TOTAL				248,80	185,12 \$

Anexo 4: Costos de producción del cultivo de fresa en sistema vertical.

COSTOS DE PRODUCCIÓN POR 200 m²					
CULTIVO: fresa variedad Albión y Monterrey			SISTEMA: vertical		
CANTÓN: Huaca			FECHA: 2021 - 2022		
	Unidad de medida	Cantidad	V. unitario	V. Total	V. depreciación
INSTALACIÓN DEL ENSAYO					
Madera para cerca	unidad	4	1,25	5,00	1,11
Malla sarán negra	metros	13,75	1,10	15,13	3,36
Plástico polietileno negro	metros	18	1,50	27,00	6,00
Alambre de cerca	rollo	0,25	80,00	20,00	4,44
Cascarilla de arroz	quinatales	1,25	3,00	3,75	3,75
Mano de obra	jornal	0,25	12,00	3,00	3,00
SUBTOTAL				73,88	21,67
PLANTAS					
Plántulas variedad Monterrey	unidad	150	0,25	37,50	8,33
Encomienda	transporte	0,25	10	2,50	2,50
SUBTOTAL				40,00	10,38
SIEMBRA					
Fertilización de fondo NITROFOSKA	kilo	1	0,95	0,95	0,95
Desinfección de plántulas CAPTAN (Carboxamida)	100 gr	0,25	7,00	1,75	1,75
Mano de obra siembra	jornal	0,25	12,00	3,00	3,00
SUBTOTAL				5,70	5,70
COSTO DE MANTENIMIENTO 4 MESES (sin cosechas)					
Fertilización edáfica					
Brigade (Bitenthrin)	250 cc	0,25	7,40	1,85	1,85
Kashu (Kasugamycin)	500 cc	0,25	7,20	1,80	1,80
Rescate (Acetamiprid)	100 gr	0,25	7,30	1,83	1,83
Vitavax Floable (Carboxin - Thiram)	250 cc	0,25	7,30	1,83	1,83
BM86 Crema de algas (Boro -Magnesio)	500 cc	0,25	8,30	2,08	2,08
K50 (Nitrógeno - Potasio)	500 cc	0,25	6,60	1,65	1,65
Fosfacel 20-53-0	500 gr	0,5	4,80	2,40	2,40
AGRO K 0 -39-52	kilo	0,25	10,40	2,60	2,60
SUBTOTAL				16,03	16,03
Control Fitosanitario					
Floral (P2O5)	500 cc	0,25	5,90	1,48	1,48
Curathane (Mancozeb + Cymoxanil)	500 gr	0,25	5,80	1,45	1,45
SUBTOTAL				2,93	2,93
Control Botrytis					
Cantus	100 cc	0,25	10,00	2,50	2,50
Polyran	500 gr	0,25	5,90	1,48	1,48
Tryclan	100 gr	0,25	6,20	1,55	1,55

SUBTOTAL				5,53	5,53
COSTO DE MANTENIMIENTO 4 MESES (17 cosechas)					
Fertilización edáfica					
Sulfato de amonio	1 lb	0,75	4,00	3,00	3,00
Sulfato de zinc	2 lb	0,75	4,00	3,00	3,00
Sulfato de magnesio	2 lb	0,75	4,00	3,00	3,00
Akafos violeta	2 lb	0,75	4,00	3,00	3,00
Giberelinas	5 lb	0,75	4,00	3,00	3,00
SUBTOTAL				15,00	15,00
Control Botrytis					
Avatar (Beta - Cyflutrin)	100 cc	0,5	3,00	1,50	1,50
Hexmite (Hexithiazox)	100 gr	0,5	7,00	3,50	3,50
Shartio (Methyl thiofanato)	100 gr	0,5	2,50	1,25	1,25
SUBTOTAL				6,25	6,25
LABORES CULTURALES					
Podas (cada dos meses)	jornal	0,25	12,00	3,00	3,00
Deshierbes (cada dos meses)	jornal	0,25	12,00	3,00	3,00
Cosechas	jornal	0,25	25,50	6,38	6,38
SUBTOTAL				12,38	12,38
MATERIALES Y EQUIPOS					
Flexómetro	Unidad	0,25	10,00	2,50	0,56
Cuaderno	unidad	0,25	1,00	0,25	0,25
Calibrador (pie de rey)	Unidad	0,25	14,00	3,50	0,78
Balanza	unidad	0,25	20,00	5,00	1,11
Regadera	unidad	0,25	6,00	1,50	0,33
Tijera de podar	unidad	0,25	9,00	2,25	0,50
SUBTOTAL				15,00	3,53
TOTAL				248,80	100,95 \$

Anexo 5: Realización de las mangas verticales y método de riego.



Anexo 6: Mezcla y llenado de sustrato en las mangas verticales



Anexo 7: implementación del modelo de agricultura vertical



Anexo 8: implementación del sistema convencional



Anexo 9: Vista panorámica del experimento



Anexo 10: Toma de datos



Anexo 11: Sistema Convencional mes 4 de evaluación (mayo)



Anexo 12: Sistema vertical mes 4 de evaluación (mayo)



Anexo 13: Cosecha significativa cuarto mes de evaluación.

