

Evaluar el cultivo hidropónico en dos métodos de producción de lechuga (*Lactuca sativa L.*) en crecimiento homogéneo y ataque de insectos en cobertizo total y otro parcial en la vereda monte bonito municipio de Pitalito.

Yency Sirley Astudillo.
Sorleidy Barreiro Gaviria.

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD
Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente ECAPMA
Programa de Agronomía
Pitalito Huila
2021

Evaluar el cultivo hidropónico en dos métodos de producción de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en crecimiento homogéneo y ataque de insectos en cobertizo total y otro parcial en la vereda monte bonito municipio de Pitalito.

Yency Sirley Astudillo.

Sorleidy Barreiro Gaviria.

Trabajo de Grado para Optar al Título de Agrónomo

Asesor:

Magister Luis Herney Salazar Nieto

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente

Programa de Agronomía

Pitalito Huila

2021

Nota de Aceptación:

Firma del presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Pitalito 2021

Dedicatoria.

Este proyecto de grado va dedicado principalmente a Dios por haberme permitido llegar a este punto de mi carrera profesional, por darme salud y fortaleza para poder seguir adelante en los momentos más difíciles de mi vida.

A mis padres Saturia Erazo y Reinaldo Astudillo quienes con su amor me inculcaron valores necesarios para ser una persona de bien, me brindaron su apoyo incondicional en cada etapa de mi vida para poder avanzar en cada uno de mis sueños, Siempre han sido mi gran orgullo y ejemplo a seguir.

A mis hermanos que a pesar de las diferentes adversidades siempre han estado a mi lado apoyándome en cumplir uno de mis más grandes sueños.

Así mismo va dedicado en memoria de todos mis seres queridos que partieron de este mundo, que a pesar de su triste partida fueron uno de las razones por las cuales decidí terminar mi carrera profesional.

A la universidad nacional abierta y a distancia UNAD, a los docentes por su acompañamiento y a todas las personas que estuvieron acompañándome en esta etapa tan importante de mi vida.

Yency Sirley Astudillo

Este proyecto de grado es dedicado primero que todo a Dios y a mi familia.

A mis padres que en el transcurso de mi vida siempre me apoyaron en medio de las adversidades para que avanzara en cada etapa de aprendizaje y en especial mi padre que siempre me inculco que estudiara y fue mi primer profesor (sin ser pedagogo).

A mis hijos quienes llenan de amor y ternura mi vida y son mi inspiración para cada día ser mejor persona y ser un ejemplo digno a seguir.

A mi esposo que durante toda mi carrera me apoyo incondicionalmente.

A la universidad UNAD y a sus docentes que me permitieron formarme como profesional.

Sorleidy Barreiro

Agradecimientos.

Gracias a Dios por darnos la vida y la salud para poder llevar a cabo este proyecto el cual representa la culminación de nuestra formación académica.

Agradecemos a nuestras familias en el proceso educativo, porque gracias a sus consejos y apoyo hemos llegado a realizar uno de nuestros grandes sueños como profesionales, el cual constituye uno de los legados más valiosos que pudiéramos recibir.

Agradecemos a la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, por darnos las herramientas de formación virtual necesarias, inculcando los valores y conocimientos necesarios para formarnos como futuros profesionales.

Agradecemos de manera especial al magister en sistemas sostenibles de producción Gustavo Adolfo Ramírez y a su esposa Cindy Caicedo, junto a su empresa AgroBee por su asistencia técnica, y constante acompañamiento en el desarrollo de nuestro de proyecto de grado.

Agradecemos a nuestro asesor de proyecto Luis Herney Salazar y compañeros de nuestra escuela de ECAPMA, que nos acompañaron en todo el trascurso de nuestra formación académica.

Sorleidy Barreiro

Yency Sirley Astudillo

Resumen

El siguiente trabajo de grado, tuvo como finalidad evaluar el cultivo de lechuga (*Lactuca Sativa L.*) el cual se instaló en la vereda monte bonito, del municipio de Pitalito, se evaluó en dos técnicas de producción hidropónico, en sistemas de cobertura parcial y cobertura total, así mismo se identificó la incidencia de plagas y enfermedades en cada uno de los sistemas de producción, la idea principal de este proyecto fue identificar los diferentes parámetros de crecimiento y desarrollo, donde se estudió el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa, L.*) en sistema de cama NFT. Se llevó a cabo un estudio técnico desde su siembra, se tomaron datos desde que se inició el proyecto hasta su final. En lo cual se analizó los mayores parámetros de rendimiento, también se identificaron los tiempos de producción, las características físicas y de calidad. Para el análisis estadístico se llevó a cabo con el programa estadístico STATGRAPHICS y graficado con el software Matlab. Se tomaron datos como la longitud (centímetros) del tallo, raíz, ancho de la hoja y número de hojas, se tuvo en cuenta que hubo presencia de algunas plagas dentro del cultivo. En el proceso de la cosecha se evaluó el parámetro del peso, así mismo se identificó que hubo diferencia en el tiempo de producción en uno de los sistemas tuvo una semana más hasta el día de su cosecha y diferencia en peso, de esta manera se identificó que si hubo diferencias significativas al momento de evaluar el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa, L.*) en la técnica de producción.

Palabras clave: *incidencia, sistema, técnico, cultivo, lechuga, análisis, hidroponía.*

Abstract.

The following grade work had the purpose of evaluating the cultivation of lettuce (*Lactuca sativa L.*) which was installed in the village of Monte Bonito, in the municipality of Pitalito, which was evaluated in two hydroponic production techniques, in partial cover and total cover systems, and the incidence of pests and diseases in each of the production systems was also identified, the main idea of this project was to identify the different parameters of growth and development, where the cultivation of lettuce (*lactuca sativa L.*) in NFT bed system was studied. A technical study was carried out from planting, data were taken from the beginning of the project until its end. In which the major yield parameters were analyzed, production times, physical and quality characteristics were also identified. The statistical analysis was carried out with the statistical program STATGRAPHICS and graphed with the Matlab software. Data were taken such as stem length, root, leaf width and number of leaves, it was taken into account that there was the presence of some pests within the crop. In the harvesting process, the weight parameter was evaluated, and it was also identified that there was a difference in the production time in one of the systems, which had one week more until the day of harvesting and a difference in weight, thus it was identified that there were significant differences when evaluating the lettuce crop (*lactuca sativa L.*) in the production technique.

Keywords: *incidence, system, technical, crop, lettuce, analysis.*

Tabla de contenido.

Introducción.	19
Objetivos	20
Objetivo general.....	20
Objetivos específicos.	20
Planteamiento del problema.	21
Justificación.....	23
Marco teórico conceptual.....	26
Lechuga (lactuca sativa L.)	26
Generalidades.	26
Importancia.....	26
Condiciones edafoclimáticas.	27
Clasificación taxonómica.	27
Descripción de la planta.	27
Hidroponía.....	28
Película nutritiva -Nutrient Film Technique- (NFT).	29
Ventajas de los cultivos hidropónicos.....	30
Sistema de siembra.	30
Densidad de siembra.	31

	10
Plagas y enfermedades.....	31
Plagas.....	31
Enfermedades.....	32
Nutrición.....	33
Buenas prácticas agrícolas(BPA).....	33
Producción nacional.....	34
Marco histórico.....	34
Marco referencial.....	36
Antecedentes.....	36
Marco legal.....	39
Decreto 3075 de 1997.....	39
RESOLUCION 2155 DE 2012.....	40
Marco contextual.....	40
Departamento del Huila.....	40
Municipio de Pitalito.....	42
Vereda Monte Bonito.....	44
Metodología.....	45
Fundamentos metodológicos.....	45
Variable e hipótesis.....	46
Diseño Experimental.....	47

Modelo Estadístico.	48
Descripción del trabajo de campo.....	49
Resultados	¡Error! Marcador no definido.
Resultado de instalación.....	52
Resultado estadístico de evaluación de crecimiento y desarrollo de lechuga (<i>lactuca sativa L</i>)	52
Semana 1	53
Semana 2.	57
Semana 3.	62
Semana 4	67
Semana 5	72
Semana 6	77
Análisis comparativo del desarrollo de las plantas de lechuga (<i>Lactuca Sativa L.</i>) al punto de cosecha.	82
Análisis comparativo del peso de las plantas de lechuga (<i>Lactuca Sativa L.</i>) al punto de cosecha.	94
Análisis de resultados	98
Resultado plagas y enfermedades presentes en el cultivo de lechuga (<i>lactuca sativa L</i>).	98
Pulgones (Aphididae).....	98
Saltamontes o grillos (Grylloidea).	99

Insectos transitorios de menor importancia.....	99
Plagas depredadoras.....	100
Conclusiones	101
Recomendaciones	102
Bibliografía	103

Índice de tablas.

Tabla 1. Clasificación taxonómica de lechuga.	27
Tabla 2. Finca los laureles.	45
Tabla 3. Resumen Estadístico semana 1, tallo.	53
Tabla 4. Resumen Estadístico semana 1, raíz.	54
Tabla 5. Resumen estadístico semana 1, ancho de hoja.	55
Tabla 6. Resumen Estadístico semana 1, numero de hojas.	56
Tabla 7. Resumen Estadístico semana 2, tallo.	58
Tabla 8. Resumen Estadístico semana dos raiz.	59
Tabla 9. Resumen Estadístico semana 2 ancho de hoja.	60
Tabla 10. Resumen Estadístico semana 2, numero de hojas.	61
Tabla 11. Resumen Estadístico semana 2, tallo.	62
Tabla 12. resumen estadístico semana 3, raíz.	64
Tabla 13. Resumen Estadístico semana 3, ancho de hojas.	65
Tabla 14. Resumen Estadístico semana 3, numero de hojas	66
Tabla 15. Resumen estadístico semana 4, tallo.	67
Tabla 16. Resumen Estadístico semana 4, raíz.	69
Tabla 17. Resumen Estadístico semana 4, ancho de hoja.	70
Tabla 18. Resumen Estadístico semana 4, numero de hojas.	71
Tabla 19. Resumen estadístico, semana 5, tallo.	72
Tabla 20. Resume estadístico semana, 5 raíz.	73
Tabla 21. Resumen estadístico semana 5, ancho de hoja.	75
Tabla 22. Resumen estadístico semana 5, numero de hojas	76

Tabla 23. Resumen estadístico semana 6, tallo.....	77
Tabla 24. Resumen estadístico semana 5, raíz.....	79
Tabla 25. Resumen estadístico semana, ancho de hoja.....	80
Tabla 26. Resumen estadístico semana6, numero de hojas.....	81
Tabla 27. Resumen estadístico de punto de cosecha, tallo total.....	83
Tabla 28. Resumen estadístico del punto final cosecha, raíz total.....	86
Tabla 29. Resumen estadístico del punto final de cosecha, ancho total de hoja.....	89
Tabla 30. Resumen estadístico del punto de cosecha, número total de hojas.....	92
Tabla 31. Resumen estadístico del peso.....	95

Índice de figuras.

Figura 1. Mapa político del departamento del Huila	41
Figura 2. Mapa político del municipio de Pitalito	43
Figura 3. Área de estudio, finca los Laureles.	44
Figura 4. Adecuación y siembra	49
Figura 5. Recolección de datos.....	50
Figura 6. Conductividad y pH.	50
Figura 7. Monitoreo de plagas.....	51
Figura 8. Toma de datos del fin de la cosecha.....	51
Figura 9. Grafica de frecuencia semana 1, tallo.	53
Figura 10. Comparación de medias, grafica de densidades suavizadas semana 1, tallo.....	54
Figura 11. Grafica de frecuencia semana 1, raíz.....	54
Figura 12. Comparación de medias, grafica de densidades suavizadas semana 1, raíz.	54
Figura 13. Grafica de secuencia semana 1, ancho de hoja.	55
Figura 14. Comparación de medias, densidades suavizadas semana 1, ancho de hoja.	56
Figura 15. Grafica de frecuencia semana 1, numero de hojas.....	56
Figura 16. Comparación de medias, densidades suavizadas semana1, número de hojas.	57
Figura 17. Grafica de frecuencia semana 2, tallo.	57
Figura 18. Comparación de medias, densidades suavizadas semana 2, tallo.	58
Figura 19. Grafica de frecuencia semana 2, raíz.....	58
Figura 20. Comparación de medias, densidades suavizadas semana dos, raíz.....	59
Figura 21. Grafica de frecuencia semana 2, ancho de la hoja.	60
Figura 22. Comparación de medias, densidades suavizadas semana 2, ancho de hoja.	60

Figura 23. Grafica de frecuencia semana 2, numero de hojas	61
Figura 24. Comparación de medias, densidades suavizadas semana 2, numero de hojas	61
Figura 25. Grafica de frecuencia semana 3, tallo.	62
Figura 26. Comparación de medias, densidades suavizadas semana, 3 tallo.	63
Figura 27. Grafica de frecuencia, semana 3, raíz.....	63
Figura 28. Comparación de medias, densidades suavizadas semana 3, raíz.	64
Figura 29. Grafica de frecuencia semana 3, ancho de hoja.	65
Figura 30. Comparación de Medias, densidades suavizadas semana 3, ancho de hoja.	65
Figura 31. Grafica de frecuencia semana 3, numero de hojas.....	66
Figura 32. Comparación de medias, densidades suavizadas semana 3, numero de hojas.	66
Figura 33. Grafica de frecuencia semana 4, tallo.	67
Figura 34. Comparacion de medias, densidades suavizadas semana 4, tallo.	68
Figura 35. Grafica de frecuencia semana 4, raíz.....	68
Figura 36. Comparación de medias, densidades suavizadas semana 4, raíz.	69
Figura 37. Grafica de frecuencia semana 4, ancho hoja.	70
Figura 38. Comparación de medias, densidades suavizadas semana 4, ancho de hoja.	70
Figura 39. Grafica de frecuencia semana 4, numero de hojas.....	71
Figura 40. Comparación de medias, densidades suavizadas semana 4, numero de hojas	71
Figura 41. Grafica de frecuencia semana, 5 raíz.....	72
Figura 42. Comparación de medias, densidades suavizadas semana 5, tallo.	72
Figura 43. Grafica de frecuencia semana 5, raíz.	73
Figura 44. Comparación de medias, densidades suavizadas semana 5, raíz.	74
Figura 45. Grafica de frecuencia semana 5, ancho de hoja.	74

Figura 46. Comparación de medias, densidades suavizadas semana 5, ancho de hoja	75
Figura 47. Grafica de frecuencia semana 5, número de hojas	76
Figura 48. Comparación de medias, densidades suavizadas semana 5.....	76
Figura 49. Grafica de frecuencia semana 6, tallo	77
Figura 50. Comparación de medias, densidades suavizadas semana 5, tallo.	78
Figura 51. Grafica de frecuencia semana 6, raíz.....	78
Figura 52. Comparación de medias, densidades suavizadas semana 6, raíz.	79
Figura 53. Grafica de frecuencia semana 6, ancho de hoja.	80
Figura 54. Comparación de medias, densidades suavizadas semana 6, ancho de hoja.	80
Figura 55. Grafica de frecuencia semana 6, numero de hojas.	81
Figura 56. Comparación de medias, densidades suavizadas semana 6, numero de hojas.	82
Figura 57. Grafica de frecuencia en el punto de cosecha, tallo total.	82
Figura 58. Comparación de medias, densidades suavizadas de punto de cosecha, tallo total.....	83
Figura 59. Grafica de frecuencia de punto final de cosecha, raíz total.	85
Figura 60. Comparación de medias densidades suavizadas en punto de cosecha, raíz total.....	86
Figura 61. Grafica de frecuencia del punto de cosecha, ancho de hoja total.	88
Figura 62. Comparación de medias, densidades suavizadas punto final de la cosecha, ancho de hoja total	90
Figura 63. Grafica de frecuencia del punto final de cosecha, número total de hojas.	92
Figura 64. Comparacion de medias, densidades suavizadas del punto final de cosecha, número total de hojas	93
Figura 65. Grafica de figuras del peso.	95
Figura 66. Comparación de medias, densidades suavizadas, peso.	96

Lista de anexos

Anexo 1. Tabla para el control de datos de crecimiento	107
Anexo 2. tabla para la incidencia de plagas y enfermedades.	108

Introducción.

La lechuga (*Lactuca Sativa L.*) es una planta herbácea anual que en estado vegetativo posee un tallo corto carnosos de 2 a 5 centímetros, en el cual se insertan las hojas, capaces o no de formar cabeza, teniendo forma, número, dimensiones y colores variables según la variedad, su sistema radicular es denso y superficial. Es una de las hortalizas más comunes y consumidas en todo el mundo, producida principalmente en zonas más templadas y subtropicales al aire libre e invernaderos, en suelo o en forma hidropónica. En los últimos tiempos la producción de lechuga en sistema hidropónico NFT ha tomado mayor importancia, pues este sistema evita las limitaciones que provocan las condiciones climáticas, luminosas y de suelo, logrando una producción más limpia y en menor tiempo.

El objetivo principal de este proyecto es evaluar el cultivo hidropónico en dos métodos de producción de lechuga (*Lactuca sativa L.*) en crecimiento homogéneo y ataque de insectos en cobertura total y otra parcial en la vereda Monte Bonito municipio de Pitalito. Para lo cual este trabajo se desarrolla mediante un enfoque mixto teniendo en cuenta el diseño cualitativo y cuantitativo lo cual permite analizar el desarrollo de los dos sistemas productivos y realizar la comparación de los dos sistemas de producción de cobertura parcial y cobertura total.

Este proyecto es desarrollado como opción de grado para optar por el título profesional de Agronomía otorgado por la Universidad Abierta y a Distancia UNAD, mediante el desarrollo de la metodología establecida por la universidad para este tipo de trabajos, en la cual se plantea el problema, se justifica el proyecto, se expone una parte teórica sobre la lechuga cressa (*Lactuca sativa. L*) que permite conocer sus características y los requerimientos, se desarrolla cada uno de los marcos, antecedentes, la ubicación, las leyes y normas que rigen la producción hidropónicas, presentar los resultados del trabajo, las conclusiones y recomendaciones del autor.

Objetivos

Objetivo general.

Evaluar el cultivo hidropónico en dos métodos de producción de lechuga (*Lactuca sativa*) en crecimiento homogéneo y ataque de insectos en cobertizo total y otro parcial en la vereda Monte Bonito municipio de Pitalito.

Objetivos específicos.

- Evaluar dos métodos de siembra los cuales se implementarán de forma vertical y piramidal para conocer las diferencias de crecimiento de cada una de las plantas.
- Aplicar conceptos técnicos de la agronomía sobre la nutrición de las plantas y la aplicación de soluciones nutritivas para el desarrollo fisiológico de las plantas.
- Comparar el comportamiento que tienen el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa L.*) el cual se encuentra bajo invernadero con las condiciones óptimas para su crecimiento y evaluar el cultivo de libre exposición el cual se encontrará expuesto a contraer cualquier tipo de plagas.

Planteamiento del problema.

La agricultura se ha convertido en uno de los pilares fundamentales de la seguridad alimentaria, Colombia ha tenido un gran desarrollo en la producción de alimentos sanos e inocuos, desde hace algunos años el sector agrario se ha venido transformando gracias a las implementaciones de las nuevas tecnologías en las cuales se implementara nuevas alternativas de producción en las cuales se buscan integrar estrategias nos brinden alimentos de mayor calidad, de esta manera se ha tratado de impulsar la producción hidropónica, estos cultivos tienen una forma de cultivarse en agua potable y en sustratos limpios libres de impurezas garantizando así la disminución de enfermedades en los cultivos y disminuyendo el tiempo de producción ya que siempre cuentan con los nutrientes necesarios para su desarrollo, los cultivos hidropónicos han tenido grandes ventajas en la producción agrícola ya que los costos de producción son menores y son libres de contaminación.

La implementación de los cultivos hidropónicos nos permite tener una producción necesaria bajo un sistema de agua, este cultivo sin suelo nos permite el aprovechamiento de los diferentes sitios o áreas que se tengan para producción. Según José Beltrano (2015).

La aplicación e implementación de este tipo de cultivos hidropónicos ha ayudado a la producción a contrarrestar los cambios climáticos, disminuyendo la aplicación de productos agroquímicos que causan un desequilibrio en el medio ambiente, esta implementación es una forma de producción sostenible. (p.8).

La inocuidad de los cultivos hidropónicos es una de las ventajas que ha tenido este tipo de producción. Con estas tecnologías se busca favorecer el ambiente en el que se desarrolla la raíz de las plantas minimizando así la incidencia de problemas radiculares de plagas y enfermedades.

La aplicación e implementación de este tipo de cultivos hidropónicos según Irigo, (2010) “ha ayudado a la producción a contrarrestar los cambios climáticos, disminuyendo la aplicación de productos agroquímicos que causan un desequilibrio en el medio ambiente” (pag.8) de esta manera ayudando a la conservación de los recursos.

La Hidroponía es una realidad técnica, posiblemente hoy en día sea el método más intensivo de producción de plantas según Alvarado Chávez, Chávez Carranza, & Wilhelmina (2001)

La Hidroponía social o popular ha demostrado ser una opción casi única en los diferentes países latinoamericanos donde se ha realizado la experiencia. El crecimiento futuro de la Hidroponía dependerá mucho del desarrollo de sistemas de producción que sean competitivos en costos con aquellos de la agricultura tradicional. (pág.12)

Estos cultivos hidropónicos nos permiten tener una producción necesaria bajo una producción de agua. Según Gutierrez (2011), los cultivos hidropónicos pueden tener un mayor rendimiento ya que se puede manejar la disponibilidad de agua y de nutrientes controlando así la temperatura y la densidad de siembra, así mismo este tipo de implementaciones una de las más adecuadas ya que la opción de manejo que se ha utilizado la producción de lechuga es la reutilización de una solución nutritiva recirculando y recolectando la solución para una nueva incorporación y así controlando pH, ajuste de nutrientes para la producción y crecimiento de este tipo de cultivo.

Justificación.

Fomentar el desarrollo económico, para el sector agrícola proporciona la alimentación de todas las ciudades, pero en los últimos años se ha afectado por el bajo costos de comercialización de los productos y al alza de los fertilizantes y agroquímicos que se utilizan para poder suplir las necesidades nutritivas de los cultivos, como para el manejo y control de plagas y enfermedades para así poder obtener buenos resultados de sus cosechas, este ha sido una de las grandes problemáticas que el sector agrario se ha tenido que enfrentar y debido a estos costos algunos productores han dejado un lado sus cultivos por implementar nuevos proyectos en las ciudades que les dé una mayor rentabilidad.

Frente a la situación del planeta el cual nos lleva al cambio climático, esta problemática ha venido afectando demasiado el sector agrícola, evidenciando así diferentes cambios en la producción agrícola, así mismo se ha tomado la iniciativa de buscar e implementar nuevas alternativas en la producción, el cambio climático: “Para atender las múltiples implicaciones socioeconómicas de estos cambios, el gobierno debe priorizar la adaptación, invirtiendo en evaluaciones regionales, investigación, desarrollo, transferencia de tecnologías a los agricultores y capacitación en su uso” (Lau, Jarvis, & Ramírez, 2013).

Ante esta problemática se busca dar soluciones con productos más inocuos para poder fomentar la producción agrícola con lo que se busca la implementación de cultivos hidropónicos de lechuga (*lactuca sativa L.*), conociendo cuáles técnicas nos da un mejor desarrollo homogéneo en el cual se evalúan dos sistemas de producción para así conocer los comportamientos de la lechuga (*lactuca sativa L.*), como su peso, su crecimiento en vegetativo, con la finalidad de poder conocer si los dos sistemas de siembra planteados nos da un mismo valor de crecimiento o si es necesario hacer un solo establecimiento para producir alimentos más sanos y de calidad, “Ante la situación planteada, la hidroponía, es una técnica relativamente

nueva en nuestro medio para producir cultivos saludables. Esta técnica permite cosechas en períodos más cortos que la siembra tradicional, mejor sabor y calidad del producto, mayor homogeneidad y producción” (Díaz, 2017, p. 5).

Según Beltrano (2015) El cultivo hidropónico es un sistema aislado del suelo, utilizado para cultivar plantas cuyo crecimiento es posible gracias al suministro adecuado de los requerimientos hídricos nutricionales, a través del agua y solución nutritiva. Con la técnica de cultivo sin suelo es posible obtener hortalizas de excelente calidad y sanidad, permitiendo un uso más eficiente del agua y los nutrientes. Basados en la experiencia, los rendimientos por unidad de área cultivada son altos debido a una mayor densidad, mayor productividad por planta y eficiencia en el uso de los recursos agua, luz y nutrientes. No es una metodología moderna para el cultivo de plantas, sino una técnica ancestral; en la antigüedad hubo culturas y civilizaciones que utilizaron esta metodología como medio de subsistencia. Generalmente asociamos esta forma de cultivo con grandes invernaderos para el cultivo de plantas y el empleo de la tecnología más compleja. (p. 10).

Jiménez Morales & Peralta (2014) afirmó que la técnica hidropónica de cultivo con flujo laminar de nutrientes, conocida como NFT por sus siglas en inglés (Nutrient Film Technique), se originó en Inglaterra. Con el fin de aumentar la productividad del sector de producción hidropónica mediante el uso total del espacio, crear un sistema cerrado donde recircula la solución nutritiva, aprovechando al máximo el recurso hídrico, y favorecer la absorción en los sistemas radiculares de las plantas. (p. 27).

El proyecto de cultivo de lechuga hidropónica nos permite identificar qué tipo de sistema es más viable para la obtención del cultivo de lechuga que cuente con los criterios aptos para una

buena comercialización así mismo se evaluará cuál de los sistemas de siembra nos permite tener unos productos más homogéneos, este proyecto no solo tienen como finalidad la evaluación de crecimiento si no también la incidencia de plagas en el cultivo de lechuga que se encuentra en el método de libre exposición y bajo invernadero.

Este trabajo no solo busca evaluar el crecimiento del cultivo hidropónico de lechuga bajo los diferentes sistemas de siembra si no también fomentar la producción de este tipo de cultivos más novedosos y que tiene una forma de implementación más fácil el cual requiere un menor tiempo de trabajo el cual se establecerá en el municipio de Pitalito, como instrumento de conocimiento para la implementación de cultivos libres de agroquímicos, para ello se evaluará el peso de cada una de las lechugas (*lactuca sativa L.*) como el número de hojas que estas tengan al momento de cosechar el cultivo de lechuga en cada uno de los sistemas de siembra.

Marco teórico conceptual.

Lechuga (*Lactuca sativa* L.).

La lechuga (*Lactuca sativa* L.), en sus diferentes formas y colores, es una de las hortalizas más comunes y consumidas en todo el mundo, aunque su principal producción se concentra en zonas más templadas y subtropicales. En la actualidad se cultiva al aire libre e invernaderos, en suelo o en forma hidropónica; esta última evita las limitaciones que provocan las condiciones climáticas, luminosas y de suelo. (Saavedra , 2017,p.8).

Generalidades.

La Lechuga (*Lactuca Sativa* L.) es una planta herbácea anual que en estado vegetativo posee un tallo corto carnosos de 2 a 5 centímetros, en el cual se insertan las hojas, capaces o no de formar cabeza, teniendo forma, número, dimensiones y colores variables; según la variedad botánica y cultivar. El sistema radicular es denso y superficial. Normalmente es pivotante alcanzando una profundidad máxima de 60 cm, con numerosas raíces laterales en los primeros 30cm. Si el cultivo se lleva a cabo mediante la modalidad de almácigo y trasplante se rompe la dominancia apical y hay fácil regeneración de raíces adventicias, resultando un sistema radicular más ramificado y superficial. (LA ROSA VILLARREAL, 2015, p.8)

Importancia.

Una de las hortalizas más importantes a nivel mundial es la lechuga y su popularidad ha aumentado, debido a que es un producto de consumo natural, de bajo contenido calórico y sabor agradable. La lechuga es ampliamente conocida y se cultiva en la mayoría de países. Su producción es relativamente fácil, lo cual facilita mejorar la calidad del producto y ampliar los períodos de la disponibilidad de mejores tipos (Jiménez Pérez, 2016,p.20).

Condiciones edafoclimáticas.

La lechuga (*lactuca Sativa L.*) es un cultivo sumamente sensible con respecto a sus necesidades ambientales. La germinación necesita entre 18 y 21 °C; fuera de estas temperaturas, aquélla se disminuye considerablemente. Por otra parte, la productividad de lechuga (*lactuca Sativa L.*) de calidad se consigue con temperaturas de 5-12 °C de noche y 17-28°C de día, siendo 22°C la ideal, La humedad relativa apropiada para la lechuga (*lactuca Sativa L.*) es del 60 al 80%, mientras que en concretas situaciones debe ser menos del 60%. Los inconvenientes que se da en este cultivo en invernadero es que se aumenta demasiado la humedad ambiental, por lo que es aconsejable cultivarlo en el campo en el momento en que las cláusulas climatológicas lo consientan. (silva Roldan, 2020,p.23).

Clasificación taxonómica.

Tabla 1. Clasificación taxonómica de lechuga.

Plantae	
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Asterales
Familia:	Asteraceae
Subfamilia:	Cichorioideae
Tribu:	Lactuceae
Genero:	Lactuca
Especie:	Lactuca sativa L.

Nota: obtenido de Saavedra (2017).la clasificacion taxonomica de la lechuga (*lactuca sativa*).

Descripción de la planta.

La lechuga (*lactuca Sativa L.*) en una planta anual autógena, que presenta una raíz pivotante, individualmente gruesa en la corona que se reduce paulatinamente en profundidad, tiende a conseguir más de 60 cm de profundidad. La más alta 23 densidad de raíces laterales se

encuentra próxima a la superficie; por consiguiente, la asimilación de nutrientes y agua se da mayoritariamente en los grados superiores del suelo. (Saavedra , 2017).

El tallo es diminuto, demasiado reducido, cilíndrico y no se diversifica cuando la planta se encuentra en el estado idóneo de cosecha; no obstante, cuando culmina la fase comercial, el tallo se extiende hasta 1,2 m de longitud, con ramificación del borde y aparición, en cada punta, de las ramillas terminales de una inflorescencia (CORPOICA, 2016)

Las hojas sésiles están distribuidas en forma de espiral, en una roseta densa alrededor de un tallo corto. El desarrollo de la roseta puede continuar durante el periodo vegetativo de la planta como es en el caso de las lechugas (*lactuca Sativa L.*) de hoja, o formar una cabeza redondeada como en las escarolas y butterhead, o una cabeza elongada como en el caso de Costinas o Romanas. Hay una considerable diversidad de colores, formas, tipos de superficies, márgenes y textura entre los diversos tipos y formas de lechuga (*lactuca Sativa L.*). (Saavedra , 2017.p20).

Hidroponía.

La hidroponía es una palabra que deriva del griego Hydro (agua) y ponos (labor o trabajo) que significa trabajo en agua. es una ciencia que estudia los cultivos sin tierra.

Se define como la ciencia de cultivo de plantas sin el uso de tierra, pero con uso de un medio inerte, como arena gruesa, turba, vermiculita o aserrín al que se le agrega una solución de nutrientes que contienen los elementos esenciales requeridos por las plantas para su crecimiento normal y desarrollo. Puesto que muchos métodos hidropónicos emplean algún tipo de medio que contiene material orgánico como turba o aserrín, son a menudo llamados “cultivos sin suelo”, mientras que aquellos de la cultura del agua serían los verdaderamente hidropónicos. La

hidroponía es el término que permite describir las distintas formas en las que se pueden cultivar plantas sin tierra. Estos métodos, generalmente conocidos como cultivos sin suelo, incluyen el cultivo de plantas en recipientes llenos de agua y cualquier otro medio distinto sin tierra.

(Manrique granda & Roldan Allasi, 2012)

Película nutritiva -Nutrient Film Technique- (NFT).

NFT es el sistema hidropónico re circulante más popular para la producción de cultivos alrededor del mundo, fue desarrollado en la década de los sesenta por el Dr. Allan Cooper en Inglaterra y ha sido empleado para la producción de hortalizas, especialmente especies de hoja (lechuga, acelga, entre otras), a gran y mediana escala con alta calidad de producción en invernaderos (Cussi, 2018, p.19).

Consiste en la circulación constante de una corriente de agua muy poco profunda que contiene todos los nutrientes disueltos necesarios para el crecimiento de las plantas a través de tuberías de PVC conectadas en un circuito cerrado que recolecta y almacena en un recipiente o tanque la solución nutritiva a través de una bomba que permite la circulación de la solución por los canales de cultivo. (Campos y Alveal, 2014, p.21).

Los tubos de PVC son dispuestos en zigzag siendo denominados canales, los cuales cada uno contiene agujeros, donde se colocan las plantas, estos canales están apoyados sobre alguna estructura (caballetes, mesas etc.) que pueden tener una ligera pendiente o desnivel que facilita la circulación de la solución nutritiva, dependiendo del diseño del sistema. Este sistema está catalogado como de elevado costo, requiere del suministro de un volumen de agua constante, y para ello se gasta energía en el proceso de bombeo. El sistema consta de tubos de distribución,

un tanque de almacenamiento de la solución, tanques de formulación y una bomba que contemple las necesidades del sistema. (Campos y Alveal, 2014, p.21).

Ventajas de los cultivos hidropónicos.

La hidroponía se ha venido implementando en la última década, como una estrategia más rentable ante el cuidado de las plantas, por lo general la mayoría de las grandes ciudades ha decidido implementar el 'proceso hidropónico, "El cultivo hidropónico es una alternativa la agricultura tradicional, cuyo principal objetivo es eliminar o disminuir los factores limitantes del crecimiento vegetal asociado las característica del suelo, aplicando diversas tecnologías y diferentes métodos que facilitan el trabajo" (Escuderos, y otros, 2017). Por ello la hidroponía se ha visto como principal base de los alimentos requeridos en las canastas familiares, por su gran capacidad de producir alimentos en condiciones ambientales, sin la utilización de productos químicos. según lo afirman Alveal Concha & Campos González , 2014.

Las ventajas obtenidas por este método de cultivo son la rapidez en el crecimiento y maduración de la planta, pudiéndose acortar los ciclos en un 60 (%) respecto a Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas – Chile 48 los de la misma planta en su entorno natural. Se emplea de manera frecuente para uso comercial, en el cultivo del tomate, la lechuga y una gran variedad de vegetales. Estos Cultivos libres de parásitos, bacterias, hongos y contaminación. Reducción de costos de producción. Independencia de los fenómenos meteorológicos. Permite producir cosechas en contra estación Menos espacio y capital para una mayor producción

Sistema de siembra.

La técnica hidropónica de cultivo con flujo laminar de nutrientes, NFT (Nutrient Film Technique) se desarrolló para aumentar la productividad del sector hidropónico. El método

sufrió modificaciones en la Universidad de La Molina, en Perú, (Brenes Peralta & Jiménez Morales, 2014 , pág. 7), es un sistema mediante camas horizontales y mediante un sistema piramidal. este sistema va con espumas, canastillas y vasos plásticos que se usan de soporte a la planta, esto va realizado mediante tubería PVC.

Densidad de siembra.

Las densidades de siembra las cuales estarán distribuidas, cada 25 cm, en 13 tuberías de PVC, de 4m de largo y 4 pulgadas de diámetro. (Alveal Concha & Campos González , 2014).

Plagas y enfermedades.

Plagas.

- Trips de la Lechuga (*Frankliniella occidentalis*)

El insecto al estado adulto presenta alas y tienen variación en el color, dependiendo de la época en que se desarrollan, desde un marrón claro en verano hasta un marrón oscuro en invierno; miden hasta 1,6 mm de largo la hembra y 0,9 mm el macho.

- Pulgones (*Myzus persicae*) Este pulgón se caracteriza porque sus formas aladas son negruzcas, mientras que las ápteras, que constituyen colonias sobre las lechugas, son de color verde amarillo rosáceo, con una fila de cortas manchas transversales a cada lado del dorso del abdomen, La forma de identificar la presencia de estos individuos es con un monitoreo con trampas adhesivas amarillas que son efectivas para identificar a los individuos alados.
- Mosca minadora de la lechuga (*Uriomyza huidobrensis* (BI.)) Corresponden a moscas pequeñas, de 1,8 a 2,3 mm de longitud. Color negro brillante, con escutelo (placa dorsal triangular), lados del tórax y mitad de la cabeza de color amarillo. Su ciclo se completa

aproximadamente en 23 días, a 27°C y 70% de humedad relativa. (Godoy C, Zolezzi V., Sepúlveda R., Estay P., & Chacón C., 2018)

Enfermedades.

- Pudrición blanca, (*Sclerotinia sclerotiorum*) Esta enfermedad es muy grave en el cultivo ya que produce la muerte de las plantas, especialmente en cultivos de lechugas del tipo escarolas, milanesas, francesas y otras. Las menos susceptibles son los tipos costinas,
- Pudrición gris (*Botrytis cinerea Pers*) *Botrytis cinerea* infecta las plantas en cualquier estado de desarrollo. Lesiones acuosas aparecen en las hojas o en la base del tallo, luego a medida que la enfermedad avanza se observa presencia del micelio que se caracteriza por tener un color grisáceo sobre los tejidos parasitados
- Mildiu (*Bremia laducae*) La enfermedad se puede presentar en plantas pequeñas en vivero como también en cualquier estado del cultivo. Se caracterizan por presentar manchas cloróticas limitadas por las nervaduras principales en la superficie de las hojas que luego avanzan a café y secan el follaje.
- Oídio (*Erysiphe cichoracearum*) Esta enfermedad se caracteriza por presentar manchas pulverulentas compuestas por micelio del hongo que es de color blanquecino y puede cubrir ambas caras de las hojas. (Godoy C, Zolezzi V., Sepúlveda R., Estay P., & Chacón C., 2018)

La propagación de enfermedades de plantas en los sistemas hidropónicos puede ser rápida dado que las plantas o el cultivo está conectado por el sistema de suministro de agua y nutrientes, una planta enferma introducida en el sistema puede propagar rápidamente su problema a todas las demás (Beltrano, 2020, p.25).

Nutrición.

En el sistema NFT, los nutrientes son suministrados en forma de soluciones nutritivas, las cuales pueden ser preparadas por los mismos cultivadores cuando ya han adquirido experiencia en el manejo de los cultivos o tienen áreas lo suficientemente grandes. En el comercio también se pueden comprar las soluciones concentradas las cuales tienen todos los elementos que las plantas necesitan para su correcto desarrollo y adecuada producción de raíces, bulbos, tallos, hojas, flores, frutos o semillas (Orellana et. al. 2011)

Las plantas obtienen oxígeno, agua y nutrientes minerales por medio de su sistema radicular los cuales son indispensables para su desarrollo fisiológico; según Taylor (2014), referenciado por Rojas (2019) los macronutrientes (g/l) como el C, H, O, N, P, K, Ca, Mg, S, en el sistema hidropónico están en la sustancia nutritiva en forma de iones siendo los más relevantes para un eficiente metabolismo vegetal. Los micronutrientes requeridos son el Hierro, Molibdeno, Boro, Zinc, Níquel y Cobre.

Estos nutrientes son integrados en una solución nutritiva acuosa con oxígeno disuelto y con los minerales disociados, la cual debe cumplir parámetros como la relación entre iones conductividad eléctrica y el pH; el agua pura usar debe de ser cualificada previamente (para conocer sus cationes, dureza, turbiedad).

Buenas prácticas agrícolas(BPA).

Las buenas prácticas agrícolas se han venido implementando en el campo agrícola como la principal medida para que un cultivo cuente con las debidas normas de producción. Según Brenes Peralta & Jiménez Morales, 2014 afirman que, según las Buenas Prácticas Agrícolas,

toda persona en contacto con el cultivo debe portar ropa limpia. Para el ingreso al invernadero, la persona autorizada debe entrar a la cámara de ingreso por la puerta 1; una vez adentro, la puerta 1 se cierra automáticamente y la persona se desinfecta las manos y los zapatos con una solución de peróxido de hidrógeno, alcohol en gel, yodo u otro producto disponible en el mercado, como Vanodine®. Posteriormente, procede a abrir la puerta 2, ingresa al invernadero y cierra la puerta. Es importante llevar ropa limpia y no haber estado en contacto con otros cultivos para evitar introducir huevecillos, larvas o esporas de hongos, así como restos de otras plantas que traigan consigo posibles patógenos. (p. 21)

Producción nacional.

Los precios de la lechuga se caracterizan por no ser uniformes en el país, realmente las variaciones corresponden a las épocas de cosecha o escasez del producto y a cada zona del País de acuerdo a sus patrones de producción (GARCÍA LEIVA & ROMERO LÓPEZ, 2012).

Marco histórico

La lechuga (*lactuca Sativa L.*) es originaria de la India en el Asia Central. Es mencionada a menudo en la antigua mitología: “Afrodita puso a Adonis inerte por el jabalí, encima de un lecho de lechugas”. Unos cuantos escritores, desde Plinio en su “Historia Natural”, comentan de sus particularidades somníferas; otros resaltan sus saludables cualidades. La lechuga forma parte de la familia de las Compuestas, es provenientes de la costa sur y sur este del mar Mediterráneo. Los egipcios comenzaron su siembra a 20 los 2 400 años antes de esta era y se piensa que la manejaron para extraer aceite de las semillas. De los egipcios el cultivo llegó a los griegos, quienes al mismo tiempo lo llevaron a conocer a los romanos. Hay archivos de que, en el año 50

de la era actual, el escritor romano de temas rurales y agrícolas Columela, comentó acerca de distintas diversidades de lechugas. (Silva Roldan, 2020,p.19).

La hidroponía es una técnica muy antigua, existe referencia de que fue utilizada en la antigüedad por China, India, Egipto e incluso en la cultura Maya, destacándose sobre su origen los jardines colgantes de Babilonia, realizados por orden del rey Nabucodonosor II entre los años 605 a.C. y 562 a.C. como un regalo para su esposa Amytis, quien añoraba la tierra verde y montañosa del norte de Media de dónde provenía, los cuales mostraban grandes jardines colocados en terrazas de piedras de forma escalonada, en las que se sembraron diversos árboles, arbustos y flores. (Beltrano, 2020).

Los aztecas son considerados como la primera civilización en utilizar agricultura hidropónica como medio de producción y supervivencia en América debido a que fueron obligados a ubicarse en la orilla pantanosa del lago Tenochtitlán, localizado al noroeste del valle de México, lo cual conllevó a que desarrollaran innovadoras modalidades de cultivo de plantas en medio líquido para sobrevivir. Para ello, construyeron balsas de cañas, conocidas como Chinampas, y en ellas colocaban tierra del fondo del lago, la cual contenía restos orgánicos y nutrientes, lo que permitió cultivar sobre ellas flores y verduras. (Beltrano, 2020).

Además, en algunos casos se unían varias balsas formando islas flotantes de varios metros de longitud, o en otros la balsa era atravesada con estacones de sauce con la finalidad que sus raíces crecieran hasta la tierra firme y por consecuencia se logre el anclaje de la balsa en el fondo del lago. Este tipo de técnica ocupó gran parte del lago Xochimilco y continuó siendo utilizada en el lago hasta el siglo XIX (Beltrano, 2020).

En una perspectiva más moderna, Helmont en 1600 documentó los primeros registros sobre el crecimiento de plantas en sustancias nutritivas, posteriormente los científicos alemanes Sachs y Knop demostraron que las plantas pueden crecer en un medio inerte con solución nutritiva a base de agua, así mismo Boyle es considerado como el padre de la idea de hacer crecer plantas en agua, debido a sus múltiples experimentos por intentar hacer crecer plantas en vasos con agua en la cual describe que existen múltiples soluciones que permiten que las plantas prosperen (Albuja et. al. 2021, p.47)

En el siglo XX William F. Gricke describe el proceso de la hidroponía como agua que trabaja, ya que su sistema de producción se basa en el crecimiento de las raíces de las plantas que se van a cultivar debido a que no son colocadas en el suelo. Durante la segunda guerra mundial permitía el abastecimiento de alimentos a las tropas y no fue hasta 1950 que la hidroponía se extiende de forma comercial a través del mundo (Albuja et. Al. 2021, p.47).

En los años 70 del siglo XX, el doctor Allen Cooper en trabajo conjunto con GCRI de Londres y varias firmas comerciales, desarrollo la técnica de la película nutritiva -Nutrient Film Technique- (NFT), un método revolucionario que popularizo este tipo de cultivos sin tierra hasta la fecha actual (Arano, 2007, p.25).

Marco referencial

Antecedentes

Los cultivos hidropónicos en Colombia se introdujeron a nivel experimental desde los años cincuenta y desde esa época han venido desarrollándose y se han convertido en uno de los factores más importantes en el avance de la actividad agroindustrial a nivel nacional siendo

ampliamente conocidos. Tuvo enormes transformaciones entre los años 1986 y 1990 gracias al respaldo del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), el Centro Las Gaviotas y empresas del sector privado como Coljap. En 1988 surgió la Asociación de Hidrocultivadores de Jerusalén (APROHIJE), en Ciudad Bolívar, Bogotá, D.C., conformada por más de cien familias (Molina, 2001).

En cuanto a estudios experimentales en Colombia se encuentra en el repositorio de Colciencias un estudio titulado “Evaluación del crecimiento y calidad de lechuga (*Lactuca Sativa* L) en hidroponía con sistema cerrado de recirculación”, en este se presentan las condiciones ideales para el desarrollo de lechuga (*Lactuca Sativa* L) Se evaluaron dos ciclos de cosecha comparando el comportamiento de variables fisiológicas e índices de crecimiento de plantas de lechuga en hidroponía bajo cubierta plástica; los resultados de este estudio mostro que en el segundo ciclo obtuvo la mayor masa seca total, índice de área foliar (IAF) a los 43 días después del trasplante (ddt). La tasa relativa de crecimiento (TRC) fue decreciendo con el tiempo. (Fraile et. al. 2017)

La tasa absoluta de crecimiento (TAC) presentó un comportamiento sigmoideo en forma de campana de gauss, el índice de área foliar (IAF) fue incrementando hasta los 43 ddt, siendo el segundo ciclo el que presentó el mayor valor, la tasa asimilación neta (TAN) disminuyó a través del tiempo, siendo el segundo ciclo el que mostró el mayor valor a los 22 ddt. El contenido de clorofila para esta variedad fue bajo por la pigmentación amarilla de la planta. La conductancia estomática (CE) en los dos ciclos al momento del trasplante presentó valores bajos causados por el estrés ocasionado por un desbalance en el pH de la solución, cuando las plantas se adaptaron bien al sistema se incrementó este valor. Los datos fueron tratados estadísticamente con Análisis de covarianza ANOVA (Fraile et. al. 2017)

En el año 2020 estudiantes de la Universidad Santo Tomas Villavicencio de facultad de Ingeniería Ambiental realizaron la evaluación del crecimiento de hortalizas de lechuga (*Lactuca sativa* var. Crispa) hidropónica en cuatro tratamientos, uno de control o muestra blanca y tres experimentales en los que se emplea un sustrato compuesto por un porcentaje de gravilla y un porcentaje de residuos plásticos de PET molido al 30%, 70% y 100%. Estos emplearon el diseño experimental por bloques, contando con una réplica y una cubierta de invernadero tipo túnel, empleada como medida de protección de la solución nutritiva frente a factores microclimático. (Avendaño & Cortés, 2020).

Mediante el monitoreo constante hicieron la medición de condiciones microclimáticas (Temperatura, humedad relativa), de características morfológicas (tallo, hojas y raíz (longitud, diámetro, alto) y el seguimiento de variables como pH, conductividad y oxígeno disuelto en la solución nutritiva. A estos datos tomados en campo se realizó una prueba estadística de varianza (ANOVA) mediante el paquete estadístico para las ciencias sociales (SPSS por sus siglas en inglés) en donde se evidencio una baja significancia entre los resultados de los tratamientos, de forma que estos presentaron alta homogeneidad entre sí. (Avendaño & Cortés, 2020).

Sin embargo, el tratamiento tres (70% PET-30% gravilla) presentó mejores valores para la curva de fitomasa área (hojas), el tratamiento dos (70% gravilla- 30% PET) para tallos y raíces, y el tratamiento de control presentó un buen rendimiento en todas las variables de crecimiento. De este modo, se determinó viable el uso de PET en sustratos como alternativa de aprovechamiento (Avendaño & Cortés, 2020).

En Luján, Buenos Aires (Argentina) en Junio 2019, estudiantes de la Universidad de Lujan del programa de Ingeniería Agronómica, desarrollaron un Proyecto titulado “Evaluación de dos sistemas de producción de lechuga en hidroponía y un cultivo tradicional bajo cubierta”

en el cual se establecieron tres sistemas diferentes (hidroponía bajo cubierta, en hidroponía bajo condiciones controladas y a campo bajo cubierta) en los cuales se evaluaron área foliar, peso seco, índice de clorofila y estado sanitario del cultivo. (Scaturro, 2019).

Los resultados fueron los siguientes: Para todos los sistemas evaluados el sistema de hidroponía controlada supero a la hidroponía bajo cubierta y la las trasplantadas en invernadero, no hubo presencia de enfermedades ni plagas. Concluyendo para los tres sistemas, el sistema de hidroponía bajo cubierta el área foliar aumento de forma gradual desde el inicio del trasplante. El sistema bajo cubierta el área foliar respondió de forma más lenta al inicio del trasplante. El aumento considerable del peso seco en el sistema de hidroponía comenzó a partir del día 14 brindando una alternativa para el aumento y optimización de la producción (Scaturro, 2019).

Marco legal

“La técnica de hidroponía, sistemas y cultivos hidropónicos a la fecha no cuentan para Colombia con una normatividad vigente establecida, en la que se indique y reglamente su manejo, parámetros o relacionados al área” (AVENDAÑO GARCÍA & CORTÉS PEÑA, 2020)

Decreto 3075 de 1997.

Mediante el cual se establecen las condiciones que deben cumplir las empresas de alimentos para garantizar la calidad e inocuidad de los alimentos en todos los aspectos, se pueden leer requisitos para el montaje de las instalaciones, los equipos y utensilios, la capacitación que debe tener el personal manipulador, las condiciones de fabricación, control de calidad, saneamiento básico y programas complementarios. Establece las condiciones para que el INVIMA ejerza vigilancia y control a estas empresas y las respectivas sanciones para quienes las

incumplan.

Según las NTC-ISO, (2015), afirma que los materiales utilizados son reciclables y siguiendo el código de buenas prácticas agrarias se generan residuos compatibles con el medio ambiente.

Invernaderos IMA está comprometido activamente con la mejora continua, desde la gestión interna de la actividad empresarial hasta el servicio que presta a sus clientes.

Este compromiso con la excelencia ha llevado a implantar un sistema de gestión de la calidad, disponiendo de la certificación según la norma ISO 9001:2015 relativa al "Diseño y fabricación de invernaderos y estructuras metálicas para uso agrícola".

RESOLUCION 2155 DE 2012.

D.O. 48.516, agosto 8 de 2012 por la cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos sanitarios que deben cumplir las hortalizas que se procesen, empaquen, transporten, importen y comercialicen en el territorio nacional. (Beatriz Londoño soto, 2012).

Marco contextual.

Departamento del Huila

El departamento del Huila está localizado al suroccidente del país entre los 3°55'12" y 1°30'04" de latitud norte (entre el nacimiento del Rio Riachón, municipio de Colombia y el pico de la Fragua, municipio de Acevedo), y los 74°25'24" y 76°35'16" de longitud al oeste del meridiano de Greenwich (entre el Alto de Las Oseras, municipio de Colombia y el páramo de Las Papas, municipio de San Agustín.) (Gobernacion del huila, 2017).

Según datos tomados del mapa físico-político de Colombia elaborado por el instituto Geográfico Agustín Codazzi, la superficie del Departamento es de 19.900 Km² que representa tan solo un 1.8% de la superficie total del país. (Gobernacion del huila, 2017).

Al norte limita con los departamentos de Cundinamarca y el Tolima al sur con los de Cauca y Caquetá, al oriente con los departamentos de Meta y Caquetá, y hacia el Occidente con los de Cauca y Tolima. (Gobernacion del huila, 2017).

Figura 1. Mapa político del departamento del Huila



Nota: Obtenido de la gobernación del Huila

La economía del departamento del Huila se basa principalmente en la producción agrícola y ganadera, la explotación petrolera y el comercio. La agricultura se ha desarrollado y tecnificado en los últimos años y sus principales cultivos son café, algodón, arroz riego, fríjol, maíz tecnificado, maíz tradicional, sorgo, cacao, caña panelera, plátano, yuca, iraca y tabaco. Los campos de petróleo se encuentran en el norte del departamento y para la distribución de gas está conectado por el gasoducto Vasconia – Neiva en donde las reservas representan el 1.2% del total nacional. (Gobernacion del huila, 2017).

Municipio de Pitalito

El Municipio de Pitalito se localiza en el suroriente del Departamento del Huila con una extensión de 625,55 Km² a unos 195 km de Neiva por una carretera en buenas condiciones y con un alto flujo de vehículos de transporte público y particular. Desde Bogotá es posible llegar directamente por vía aérea. (consejo municipal PITALITO HUILA, 2016)

Pitalito se ubica a los 1° 51' 07" de Latitud Norte y 76° 02' 14" de Longitud Oeste. De acuerdo a la nomenclatura del Instituto Geográfico "Agustín Codazzi" (IGAC)

Distancias: Neiva 188 Km. Bogotá 480 kms.

Límites: Norte con Timaná, Elías y Salado Blanco;

Occidente con Isnos y San Agustín;

Sur con Palestina y Santa Rosa Cauca;

Oriente con Acevedo.

Pitalito está ubicado al sur del departamento del Huila sobre el valle del Magdalena y en el vértice que forman las cordilleras central y oriental entre 1000 a 1800 metros sobre el nivel del mar y a unos 188 km de la capital del Huila. Es considerado la Estrella Vial del Surcolombiano por su localización estratégica, que permite la comunicación con los departamentos vecinos del Cauca, Caquetá y Putumayo La extensión del municipio de Pitalito es de 666 km² y el 75% corresponde a la zona urbana. (consejo municipal PITALITO HUILA, 2016).

En el año 2001 se descentralizó administrativamente el municipio, con la creación de cuatro (4) comunas, las cuales se componen de 67 barrios, 32 urbanizaciones y 12 conjuntos cerrados, así:

Comuna uno: También conocida como la comuna occidental, agrupa 22 barrios.

Comuna dos: Es llamada la comuna nororiental, en esta se encuentran 22 barrios.

Comuna tres: Esta comuna se encuentra conformada por 8 barrios.

Comuna cuatro: Es también llamada Barrios Unidos del Sur, allí se aglomeran 15 barrios.

De igual forma, la zona rural se encuentra dividida en ocho (8) corregimientos conformados por 126 veredas de la siguiente manera:

BRUSELAS: Integrado por 33 veredas.

LA LAGUNA: Integrado por 10 veredas.

CRIOLLO: Integrado por 10 veredas.

CHILLURCO: Integrado por 20 veredas.

PALMARITO: Integrado por 12 veredas.

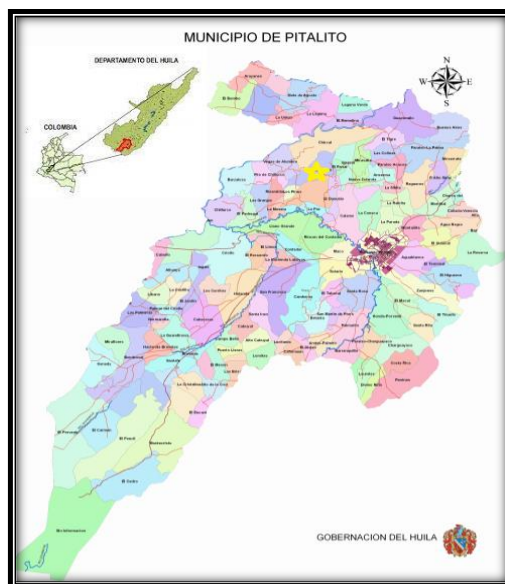
CHARGUAYACO: Integrado por 17 veredas.

GUACACAYO: Integrado por 6 veredas.

REGUEROS: Integrado por 18 veredas. (consejo municipal PITALITO HUILA, 2016)

El sector rural del municipio está conformado por ocho corregimientos, cuya actividad económica, según el DANE 2005, se clasifica por el tipo de actividad así: Agrícola 58,4%, pecuaria 90,9%, piscícola 2,1%. La mayoría de las familias tienen simultáneamente 2 o 3 tipos de actividades. (consejo municipal PITALITO HUILA, 2016)

Figura 2. Mapa político del municipio de Pitalito.



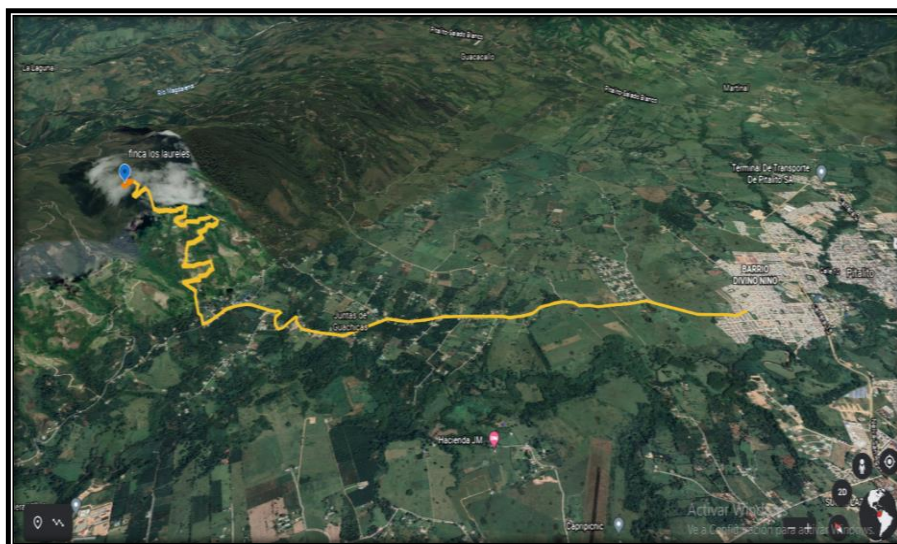
Nota: Obtenido de la gobernación del Huila

La presencia productiva de Pitalito en el contexto del Departamento, razones que lo hacen un Municipio apetecible por su diversidad climática y con amplias posibilidades de constituirse en una despensa agropecuaria, preparada para garantizar el suministro de alimentos, no solo para su autoconsumo, sino para suplir estas necesidades en los mercados del interior del País (consejo municipal PITALITO HUILA, 2016).

Vereda Monte Bonito.

Es una de las veredas que se encuentra ubicada en el corregimiento de Chillurco el cual se encuentra localizado en la parte Nor-Oeste del Municipio de Pitalito Huila, siendo sus límites los siguientes: Al Oeste San José de Isnos, al Este Guacacallo y Regueros, al Norte la Laguna y al Sur criollo. (pitalito, 2014)

Figura 3. Área de estudio, finca los Laureles.



Nota: Imagen tomada en google eart, aunteria propia.

Tabla 2. Finca Los Laureles.

Datos de la finca	
Nombre de la Finca:	Los laureles
Propietario:	Reinaldo Astudillo
Vereda:	Monte Bonito
Municipio:	Pitalito
Cultivo:	Lechuga (<i>lactuca sativa L</i>)
Variedad(es):	Lechuga crespas verde (<i>lactuca sativa L</i>)
M.s.n.m:	1840
Temperatura:	22°C
Humedad relativa:	85%

Nota: Descripción propia de las características de la finca

Metodología

Fundamentos metodológicos.

Tomando como referencia las líneas de investigación de la Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia

UNAD, se puede afirmar que el presente proyecto se enmarca en la línea denominada Desarrollo Rural (UNAD, 2013), la cual tiene entre otros los siguientes objetivos:

- Incorporar trabajos de investigación de todas aquellas áreas que propendan por el desarrollo rural. (UNAD, 2013).
- Mejorar la calidad de los métodos e instrumentos disponibles para el diseño, ejecución y evaluación de proyectos y estrategias de desarrollo rural. (UNAD, 2013)
- Desarrollar actividades que permitan fortalecer el concepto de nueva ruralidad y desarrollo endógeno sostenible. (UNAD, 2013).
- Reconocer por medio de la investigación, las necesidades de capacitación de los pequeños productores, teniendo presente una perspectiva interdisciplinaria (UNAD, 2013).

El trabajo se efectuó mediante un enfoque mixto teniendo en cuenta el diseño cualitativo y cuantitativo. En el enfoque cualitativo permitió analizar el desarrollo de los dos sistemas productivos, y el enfoque cuantitativo nos permitió realizar la comparación de los dos sistemas de producción de cubierta parcial y cubierta total.

Variable e hipótesis.

Se recogieron los siguientes datos después de la siembra. No. de planta, largo de tallo, largo de raíz, ancho de la hoja, N. de hojas. El peso de cada lechuga al momento de la cosecha, estos datos fueron considerados los necesarios para poder evaluar el desarrollo y crecimiento de la

lechuga (*lactuca sativa L*), en dos sistemas de producción, para poder comparar los dos sistemas analizando si los resultados son homogéneos o si existieron diferencias significativas.

Las hipótesis para trabajar son:

H_0 = No existen diferencias significativas en el crecimiento y desarrollo del cultivo de lechuga (*lactuca sativa L*) en los sistemas de producción hidropónica de cobertura parcial y cobertura total.

H_a = Existen diferencias significativas en el crecimiento y desarrollo del cultivo de lechuga (*lactuca sativa L*) en los sistemas de producción hidropónica de cobertura parcial y cobertura total.

Diseño Experimental.

Para el desarrollo de este Proyecto se realizó la implementación de dos sistemas hidropónicos en la finca los laureles en la vereda monte Bonito del municipio de Pitalito departamento del Huila. En el cual se trabajó con dos sistemas hidropónicos, uno con sistema de cobertura total y otro de cobertura parcial en sistema hidropónico en cama con la técnica de película nutritiva (NFT), un invernadero conto con cobertura parcial (techo) el cual es en plástico polietileno trasparente calibre 8 y otro con cobertura total con techo en lona tejida plástica de HDPE transparente y recubierta lateral en malla antitrips.

En ambos sistemas se realizó la implementación de camas NFT con tubos de PVC de tres pulgadas, color blanco con una dimensión de 6 metros, se manejó un sistema de siembra de 30 cm por planta, para el momento de la siembra de plántulas se utilizó espuma con un diámetro de 10 centímetros de espesor el cual cumplía la función de soporte a la plántula.

Se realizaron planillas mediante las cuales se llevó el registro del desarrollo y crecimiento, como también para evidenciar la incidencia de plagas y enfermedades de las plantas en cada uno de los sistemas hidropónicos.

En el proceso de adquirir la semilla de lechuga, es traída directamente del D.C de Bogotá de 15 días de germinadas, así mismo se adquirieron las soluciones nutritivas para el cultivo de lechuga en el municipio de Pitalito. Como también Se realizó la compra de todos los materiales para la construcción del invernadero.

Así mismo se aplicaron criterios técnicos desde el momento de la siembra hasta la cosecha en la observación los niveles de pH, conductividad eléctrica, y problemas nutricionales por deficiencias de algunos nutrientes en la solución nutritiva, esta solución fue compuesta por macronutrientes y micronutrientes.

Se observó el comportamiento de ambos sistemas hidropónicos de cobertura parcial y total en la incidencia de plagas y enfermedades del cultivo de lechuga (*lactuca sativa L*) durante el desarrollo del cultivo.

Modelo Estadístico.

Para determinar las variables de los análisis de medida de crecimiento y desarrollo durante el trabajo de campo, se tomaron datos como el diámetro del tallo, raíz, ancho de la hoja y numero de hojas, como también la variable del peso. El muestreo se realizó en orden consecutivo, donde se analizaron los dos sistemas de producción.

El análisis estadístico se llevó a cabo con el programa estadístico. STATGRAPHICS centurión XVI.I y graficado con el software Matlab con el fin de realizar un análisis en donde los datos obtenidos se sometieron a varias pruebas estadísticas y gráficas para comparar las muestras

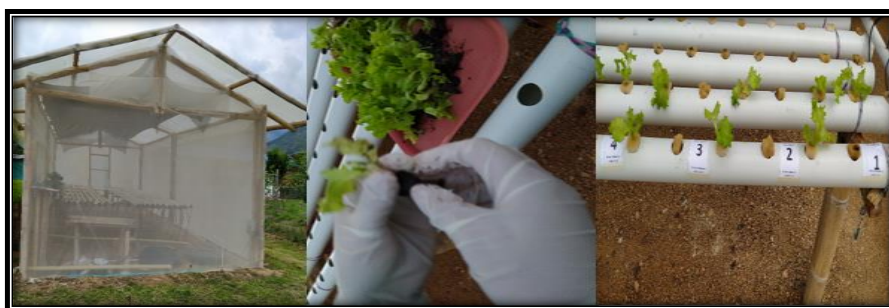
de los dos sistemas. mediante sistema estadístico ANOVA, que permita identificar las variables evaluadas en los dos sistemas e identificar las diferencias significativas.

Matlab está optimizado para resolver problemas científicos y de ingeniería, su lenguaje es de alto nivel para cálculos científicos, de ingeniería y está basado en matrices, es la forma más natural del mundo para expresar las matemáticas computacionales, elabora gráficas integradas que facilitan la visualización de los datos y la obtención de información a partir de ellos. Matlab versión 2016. (mathworks, 2020).

Descripción del trabajo de campo

El desarrollo del proyecto se realizó en un periodo de 52 días, tiempo en el cual se desarrolló trabajo de campo, en los primeros 6 días se realizó la instalación y adecuación de ambos sistemas hidropónicos de cobertura parcial y total, al día siguiente se procedió a realizar la siembra la cual se realizó en horas de la tarde, para la siembra se utilizó espuma de 10 cm como soporte y cada una de las muestras fueron rotuladas para hacer el respectivo seguimiento.

Figura 4. Adecuación y siembra



Nota: Proceso de adecuación y siembra de lechuga (*lactuca sativa L*) autoría propia.

En los siguientes 46 días después de la siembra se realizó un seguimiento dos veces por semana a 8 plantas, las cuales se realizaron en horas después las 5 pm por motivos de evitar

estrés en las plantas por altas temperaturas y que no llegaran a sufrir alteraciones fisiológicas. En las cuales se realizó registro mediante planillas de cada una de ellas en las cuales se tomó el largo del tallo, largo de raíz, ancho de hojas y numero de hojas.

Figura 5. Recolección de datos.



Nota: Recolección de datos en campo, autoría propia.

Así mismo se tomaba el pH del agua con un medidor de pH digital, la conductividad se realizaba con un medidor digital de conductividad, dos veces a la semana cuando alguna de estas condiciones del agua cambiaba se hacía la aplicación de soluciones nutritivas lo cual corregía las alteraciones dentro del agua para así no tener problemas dentro del cultivo ya que al generarse un pH muy ácido o muy alcalino produce problemas radiculares y cuando no es bien manejado se puede perder la totalidad de la producción.

Figura 6. Conductividad y pH.



Nota: Datos recolectados de la solución nutritiva, autoría propia.

Se realizó monitoreo por medio de planillas cada semana para identificar la incidencia de plagas y enfermedades dentro de ambos sistemas, pero se evidenció presencia de plagas solo en

el cultivo que se encontraba en el sistema de cubierta parcial, hubo presencia de insectos de importancia para el cultivo ya que al presentarse una gran incidencia pueden causar la pérdida del cultivo así mismos de encontraron insectos transitorios e insectos depredadores.

Por la poca incidencia de plagas dentro del cultivo no se realizó ningún control debido a que los insectos solo se evidenciaron cuando las plantas estaban en estado de madurez y no generaron ningún daño al cultivo.

Figura 7. Monitoreo de plagas.



Nota: Monitoreo de plagas en el campo, autoría propia.

En el momento de la cosecha se realizó la toma de datos como el largo de tallo, largo de raíz, ancho de hoja, numero de hojas y peso.

Figura 8. Toma de datos del fin de la cosecha.



Nota:Recoleccion de datos el dia de la cosecha. autoría propia.

Resultados

Resultado de instalación.

En el proceso de instalación de los sistemas hidropónicos, no se pudo completar con los objetivos propuestos, en evaluar el crecimiento de las lechugas (*lactuca sativa L.*). En la técnica piramidal, esto a causa de falta de recursos económicos. Pero se completó el análisis en la técnica horizontal en forma de cama NFT, en los sistemas de cobertura parcial y cobertura total, para así poder evaluar el proceso de crecimiento y desarrollo de la lechuga (*lactuca sativa L.*) en hidroponía.

Resultado estadístico de evaluación de crecimiento y desarrollo de lechuga (*lactuca sativa L.*)

Los resultados obtenidos mediante registros en campo, fueron tratados con el software DATA ANALYTICS. That's the Statgraphics y graficado con el software Matlab con el fin de realizar un análisis mediante sistema estadístico ANOVA, que permita identificar las variables evaluadas en los dos sistemas e identificar las diferencias significativas en el desarrollo de los dos sistemas (cobertura total y cobertura parcial).

Matlab está optimizado para resolver problemas científicos y de ingeniería, su lenguaje es de alto nivel para cálculos científicos, de ingeniería y está basado en matrices, es la forma más natural del mundo para expresar las matemáticas computacionales, elabora gráficas integradas que facilitan la visualización de los datos y la obtención de información a partir de ellos.

Variables medidas en las plantas de lechuga (*Lactuca Sativa*) de los dos sistemas (cubierta total y cubierta parcial)

Tallo, raíz, ancho de hoja y número de hojas.

R1: Sistema de cobertura parcial. **R2:** Sistema de cobertura total

Semana 1

Comparación de Dos Muestras - TALLO R1 & TALLO R2

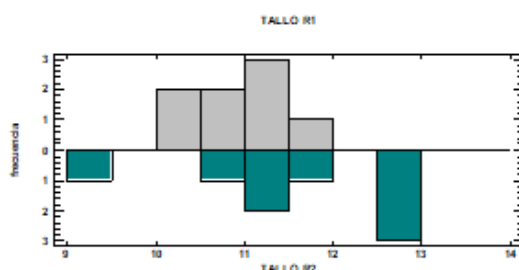
Muestra 1: TALLO R1. Muestra 2: TALLO R2.

Muestra 1: 8 valores en el rango de 10,1 a 11,85. Muestra 2: 8 valores en el rango de 9,25 a 13,0

El StatAdvisor

Este procedimiento está diseñado para comparar dos muestras de datos. Calculará varias estadísticas y gráficas para cada muestra, y ejecutará varias pruebas para determinar si hay diferencias estadísticamente significativas entre las dos muestras.

Figura 9. Grafica de frecuencia semana 1, tallo.



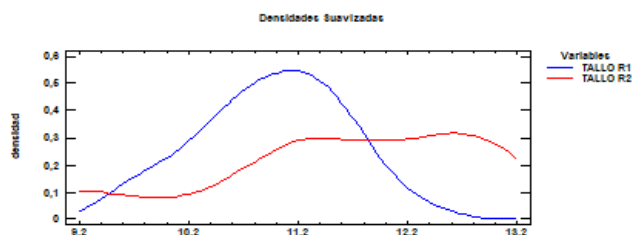
Nota: Software Matlab. Autoría propia.

Tabla 3. Resumen Estadístico semana 1, tallo.

	<i>TALLO R1</i>	<i>TALLO R2</i>
Recuento	8	8
Promedio	10,9563	11,6
Desviación Estándar	0,60026	1,25357
Coficiente de Variación	5,4787%	10,8066%
Mínimo	10,1	9,25
Máximo	11,85	13,0
Rango	1,75	3,75
Sesgo Estandarizado	-0,466687	-0,975982
Curtosis Estandarizada	-0,172758	0,22573

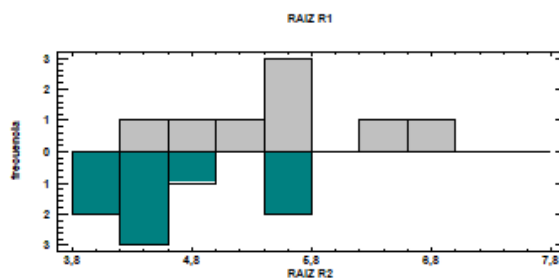
Nota: Software Matlab. Autoría propia.

Figura 10. Comparación de medias, grafica de densidades suavizadas semana 1, tallo.



Nota: Software Matlab. Autoría propia.

Figura 11. Grafica de frecuencia semana 1, raíz.



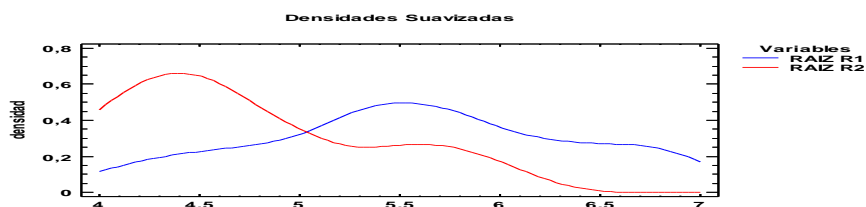
Nota: Software Matlab. Autoría propia.

Tabla 4. Resumen Estadístico semana 1, raíz.

	<i>RAIZ R1</i>	<i>RAIZ R2</i>
Recuento	8	8
Promedio	5,56875	4,6875
Desviación Estándar	0,825027	0,637377
Coefficiente de Variación	14,8153%	13,5974%
Mínimo	4,25	4,0
Máximo	6,75	5,75
Rango	2,5	1,75
Sesgo Estandarizado	-0,122468	0,905822
Curtosis Estandarizada	-0,229077	-0,237382

Nota: Nota: Software Matlab. Autoría propia.

Figura 12. Comparación de medias, grafica de densidades suavizadas semana 1, raíz.



Nota: Software Matlab. Autoría propia.

seleccionando Comparación de Desviaciones Estándar del menú de Opciones Tabulares.

Comparación de Dos Muestras - ANCHO HOJA R1 & ANCHO HOJA R2

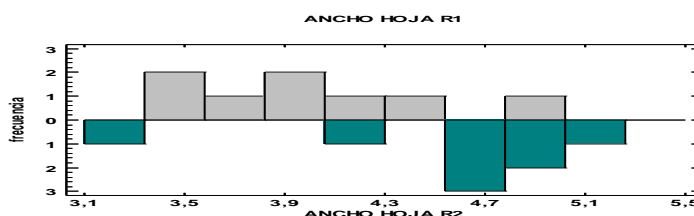
Muestra 1: ANCHO HOJA R1 Muestra 2: ANCHO HOJA R2

Muestra 1: 8 valores en el rango de 3,5 a 4,8. Muestra 2: 8 valores en el rango de 3,2 a 5,1

El StatAdvisor

Este procedimiento está diseñado para comparar dos muestras de datos. Calculará varias estadísticas y gráficas para cada muestra, y ejecutará varias pruebas para determinar si hay diferencias estadísticamente significativas entre las dos muestras.

Figura 13. Grafica de secuencia semana 1, ancho de hoja.



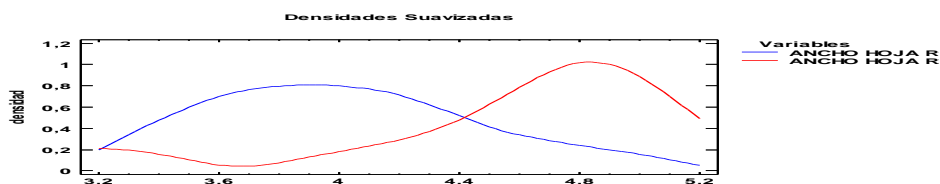
Nota: Nota: Software Matlab. Autoría propia.

Tabla 5. resumen estadístico semana 1, ancho de hoja.

	<i>ANCHO HOJA R1</i>	<i>ANCHO HOJA R2</i>
Recuento	8	8
Promedio	4,0125	4,54375
Desviación Estándar	0,438137	0,614955
Coefficiente de Variación	10,9193%	13,5341%
Mínimo	3,5	3,2
Máximo	4,8	5,1
Rango	1,3	1,9
Sesgo Estandarizado	0,704346	-2,06694
Curtosis Estandarizada	-0,0191591	1,91465

Nota: Software Matlab. Autoría propia.

Figura 14. Comparación de medias, densidades suavizadas semana 1, ancho de hoja.



Nota: Software Matlab. Autoría propia.

Comparación de Dos Muestras - # DE HOJAS R1 & # DE HOJAS R2

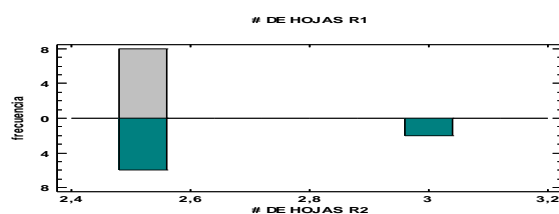
Muestra 1: # DE HOJAS R. Muestra 2: # DE HOJAS R2

Muestra 1: 8 valores en el rango de 2,5 a 2,5. Muestra 2: 8 valores en el rango de 2,5 a 3,0

El StatAdvisor

Este procedimiento está diseñado para comparar dos muestras de datos. Calculará varias estadísticas y gráficas para cada muestra, y ejecutará varias pruebas para determinar si hay diferencias estadísticamente significativas entre las dos muestras.

Figura 15. Grafica de frecuencia semana 1, numero de hojas.



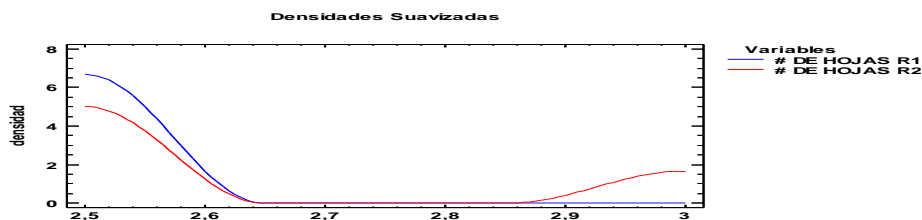
Nota: Software Matlab. Autoría propia.

Tabla 6. Resumen Estadístico semana 1, numero de hojas.

	<i># DE HOJAS R1</i>	<i># DE HOJAS R2</i>
Recuento	8	8
Promedio	2,5	2,625
Desviación Estándar	0	0,231455
Coefficiente de Variación	0%	8,81733%
Mínimo	2,5	2,5
Máximo	2,5	3,0
Rango	0	0,5
Sesgo Estandarizado		1,66296
Curtosis Estandarizada		0

Nota: Software Matlab. Autoría propia.

Figura 16. Comparación de medias, densidades suavizadas semana1, número de hojas.



Nota: Software Matlab. Autoría propia.

Semana 2.

Comparación de Dos Muestras - TALLO R1 & TALLO R2

Muestra 1: TALLO R1

Muestra 2: TALLO R2

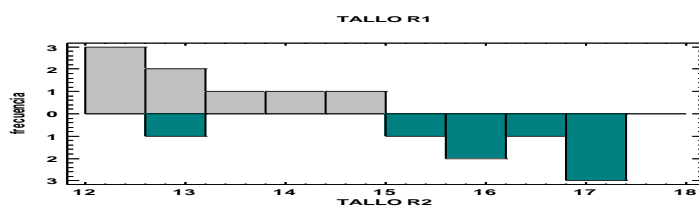
Muestra 1: 8 valores en el rango de 12,5 a 14,6

Muestra 2: 8 valores en el rango de 12,8 a 17,0

El StatAdvisor

Este procedimiento está diseñado para comparar dos muestras de datos. Calculará varias estadísticas y gráficas para cada muestra, y ejecutará varias pruebas para determinar si hay diferencias estadísticamente significativas entre las dos muestras.

Figura 17. Grafica de frecuencia semana 2, tallo.



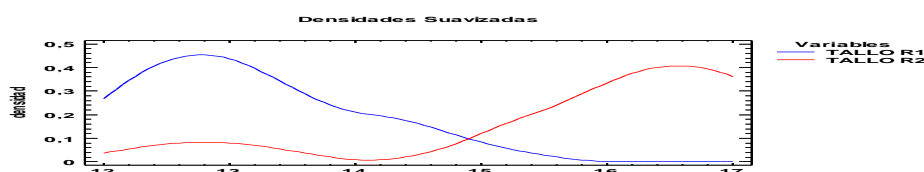
Nota: Software Matlab. Autoría propia.

Tabla 7. Resumen Estadístico semana 2, tallo.

	<i>TALLO R1</i>	<i>TALLO R2</i>
Recuento	8	8
Promedio	13,1375	15,9625
Desviación Estándar	0,784105	1,40858
Coefficiente de Variación	5,96845%	8,82433%
Mínimo	12,5	12,8
Máximo	14,6	17,0
Rango	2,1	4,2
Sesgo Estandarizado	1,31049	-2,23628
Curtosis Estandarizada	-0,0184352	2,37001

Nota: Software Matlab. Autoría propia.

Figura 18. Comparación de medias, densidades suavizadas semana 2, tallo.



Nota: Software Matlab. Autoría propia.

Comparación de Dos Muestras - RAIZ R1 & RAIZ R2

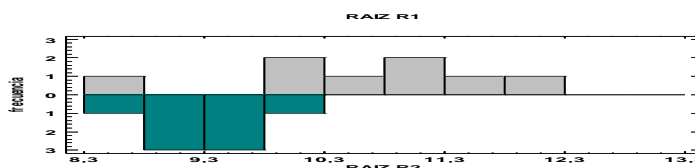
Muestra 1: RAIZ R1. Muestra 2: RAIZ R2

Muestra 1: 8 valores en el rango de 8,5 a 12,25. Muestra 2: 8 valores en el rango de 8,75 a 10,25

El StatAdvisor

Este procedimiento está diseñado para comprar dos muestras de datos. Calculará varias estadísticas y gráficas para cada muestra, y ejecutará varias pruebas para determinar si hay diferencias estadísticamente significativas entre las dos muestras.

Figura 19. grafica de frecuencia semana 2, raíz.



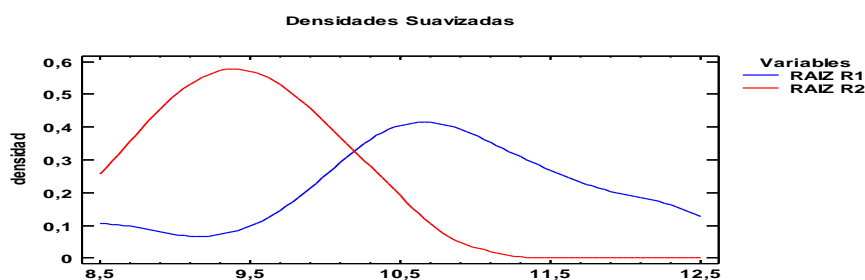
Nota: Software Matlab. Autoría propia.

Tabla 8. Resumen Estadístico semana dos raiz.

	<i>RAIZ R1</i>	<i>RAIZ R2</i>
Recuento	8	8
Promedio	10,675	9,4375
Desviación	1,14049	0,509026
Coefficiente de	10,6837%	5,39365%
Mínimo	8,5	8,75
Máximo	12,25	10,25
Rango	3,75	1,5
Sesgo	-0,809524	0,279375
Curtosis	0,693559	-0,639236

Nota: Software Matlab. Autoría propia.

Figura 20. Comparación de medias, densidades suavizadas semana dos, raíz.



Nota: Software Matlab. Autoría propia.

Comparación de Dos Muestras - ANCHO DE HOJA R1 & ANCHO DE HOJA R2

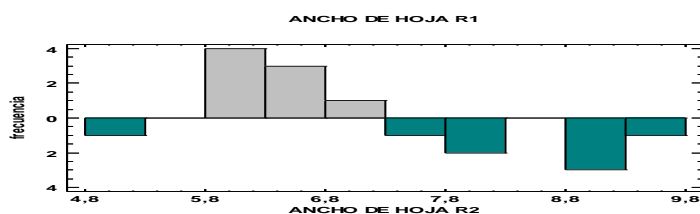
Muestra 1: ANCHO DE HOJA R1. Muestra 2: ANCHO DE HOJA R2

Muestra 1: 8 valores en el rango de 6,0 a 7,15. Muestra 2: 8 valores en el rango de 5,1 a 9,35

El StatAdvisor

Este procedimiento está diseñado para comparar dos muestras de datos. Calculará varias estadísticas y gráficas para cada muestra, y ejecutará varias pruebas para determinar si hay diferencias estadísticamente significativas entre las dos muestras.

Figura 21. Grafica de frecuencia semana 2, ancho de la hoja.



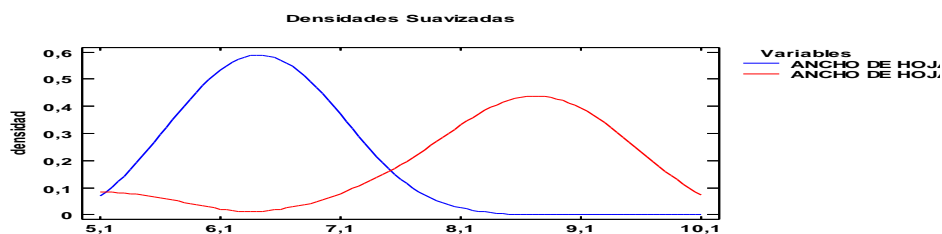
Nota: Software Matlab. Autoría propia.

Tabla 9. Resumen Estadístico semana 2 ancho de hoja.

	<i>ANCHO DE HOJA R1</i>	<i>ANCHO DE HOJA R2</i>
Recuento	8	8
Promedio	6,44375	8,18125
Desviación Estándar	0,368818	1,35934
Coefficiente de Variación	5,72366%	16,6153%
Mínimo	6,0	5,1
Máximo	7,15	9,35
Rango	1,15	4,25
Sesgo Estandarizado	1,01811	-2,32464
Curtosis Estandarizada	0,463984	2,56939

Nota: Software Matlab. Autoría propia.

Figura 22. Comparación de medias, densidades suavizadas semana 2, ancho de hoja.



Nota: Software Matlab. Autoría propia.

Comparación de Dos Muestras - N. DE HOJAS R1 & N. DE HOJAS R2

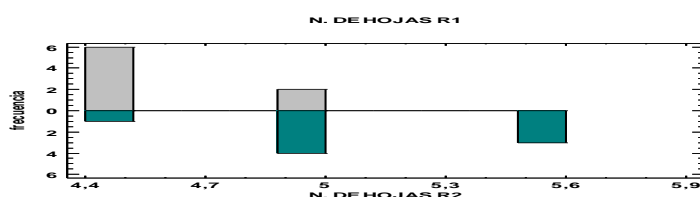
Muestra 1: N. DE HOJAS R1. Muestra 2: N. DE HOJAS R2

Muestra 1: 8 valores en el rango de 4,5 a 5,0. Muestra 2: 8 valores en el rango de 4,5 a 5,5

El StatAdvisor

Este procedimiento está diseñado para comprar dos muestras de datos. Calculará varias estadísticas y gráficas para cada muestra, y ejecutará varias pruebas para determinar si hay diferencias estadísticamente significativas entre las dos muestras.

Figura 23. Grafica de frecuencia semana 2, numero de hojas



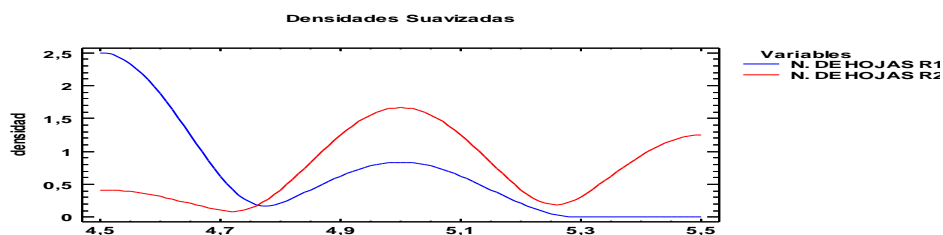
Nota: Software Matlab. Autoría propia.

Tabla 10. Resumen Estadístico semana 2, numero de hojas.

	<i>N. DE HOJAS R1</i>	<i>N. DE HOJAS R2</i>
Recuento	8	8
Promedio	4,625	5,125
Desviación Estándar	0,231455	0,353553
Coefficiente de Variación	5,00443%	6,8986%
Mínimo	4,5	4,5
Máximo	5,0	5,5
Rango	0,5	1,0
Sesgo Estandarizado	1,66296	-0,466569
Curtosis Estandarizada	0	-0,131966

Nota: Software Matlab. Autoría propia.

Figura 24. Comparación de medias, densidades suavizadas semana 2, numero de hojas



Nota: Software Matlab. Autoría propia.

Semana 3.

Comparación de Dos Muestras - TALLO R1 & TALLO R2

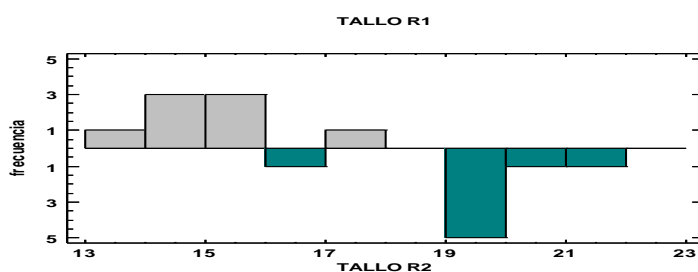
Muestra 1: TALLO R1. Muestra 2: TALLO R2

Muestra 1: 8 valores en el rango de 13,65 a 17,35. Muestra 2: 8 valores en el rango de 16,7 a 21,25

El StatAdvisor

Este procedimiento está diseñado para comprar dos muestras de datos. Calculará varias estadísticas y gráficas para cada muestra, y ejecutará varias pruebas para determinar si hay diferencias estadísticamente significativas entre las dos muestras.

Figura 25. Grafica de frecuencia semana 3, tallo.



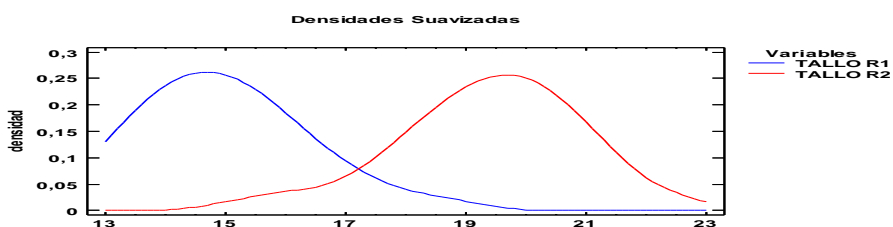
Nota: Software Matlab. Autoría propia.

Tabla 11, Resumen Estadístico semana 2, tallo.

	<i>TALLO R1</i>	<i>TALLO</i>
Recuento	8	8
Promedio	14,9563	19,3875
Desviación Estándar	1,16018	1,29718
Coficiente de	7,75718%	6,69081%
Mínimo	13,65	16,7
Máximo	17,35	21,25
Rango	3,7	4,55
Sesgo Estandarizado	1,42122	-1,22795
Curtosis Estandarizada	1,22773	1,70298

Nota: Software Matlab. Autoría propia.

Figura 26. Comparación de medias, densidades suavizadas semana, 3 tallo.



Nota: Software Matlab. Autoría propia.

Comparación de Dos Muestras - RAIZ R1 & RAIZ R2

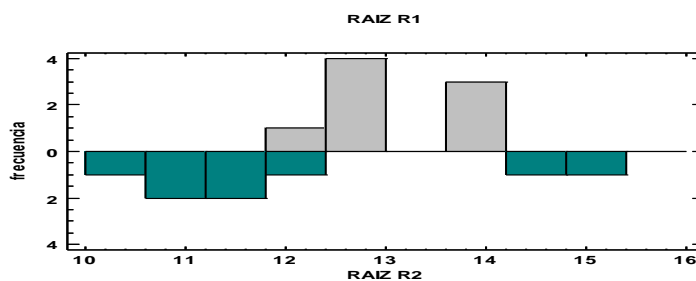
Muestra 1: RAIZ R. Muestra 2: RAIZ R2

Muestra 1: 8 valores en el rango de 12,3 a 14,05. Muestra 2: 8 valores en el rango de 10,25 a 15,1

El StatAdvisor

Este procedimiento está diseñado para comparar dos muestras de datos. Calculará varias estadísticas y gráficas para cada muestra, y ejecutará varias pruebas para determinar si hay diferencias estadísticamente significativas entre las dos muestras.

Figura 27. Grafica de frecuencia, semana 3, raíz.



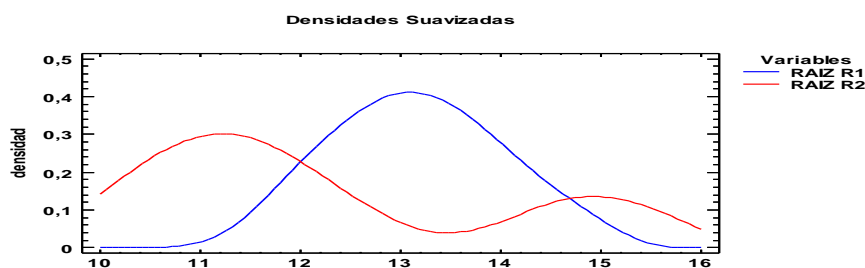
Nota: Software Matlab. Autoría propia.

tabla 12. Resumen estadístico semana 3, raíz.

	<i>RAIZ R1</i>	<i>RAIZ R2</i>
Recuento	8	8
Promedio	13,1625	12,1813
Desviación Estándar	0,676519	1,81087
Coefficiente de Variación	5,13975%	14,866%
Mínimo	12,3	10,25
Máximo	14,05	15,1
Rango	1,75	4,85
Sesgo Estandarizado	0,389513	1,10515
Curtosis Estandarizada	-0,999293	-0,325213

Nota: Software Matlab. Autoría propia.

Figura 28. Comparación de medias, densidades suavizadas semana 3, raíz.



Nota: Software Matlab. Autoría propia.

Comparación de Dos Muestras - ANCHO DE HOJA R1 & ANCHO DE HOJA R2

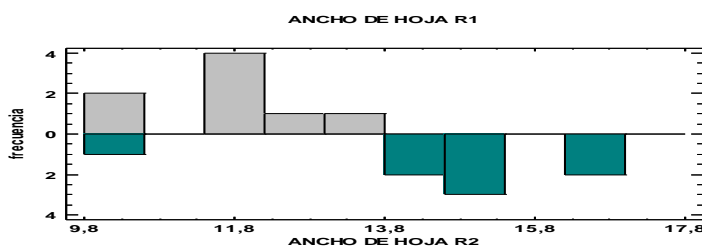
Muestra 1: ANCHO DE HOJA R1. Muestra 2: ANCHO DE HOJA R2

Muestra 1: 8 valores en el rango de 10,45 a 13,5. Muestra 2: 8 valores en el rango de 10,2 a 16,25

El StatAdvisor

Este procedimiento está diseñado para comparar dos muestras de datos. Calculará varias estadísticas y gráficas para cada muestra, y ejecutará varias pruebas para determinar si hay diferencias estadísticamente significativas entre las dos muestras.

Figura 29. Grafica de frecuencia semana 3, ancho de hoja.



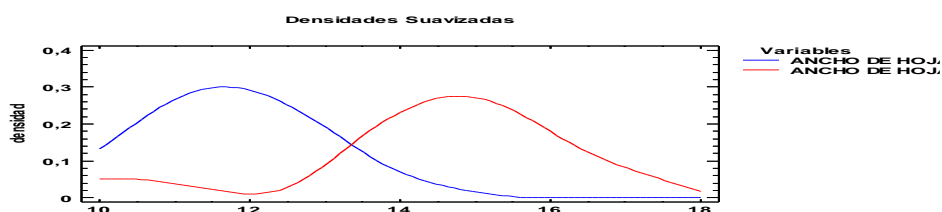
Nota: Software Matlab. Autoría propia.

Tabla 13. Resumen Estadístico semana 3, ancho de hojas.

	<i>ANCHO DE HOJA R1</i>	<i>ANCHO DE HOJA R2</i>
Recuento	8	8
Promedio	11,75	14,375
Desviación Estándar	1,00783	1,88566
Coefficiente de Variación	8,57725%	13,1176%
Mínimo	10,45	10,2
Máximo	13,5	16,25
Rango	3,05	6,05
Sesgo Estandarizado	0,36064	-1,95294
Curtosis Estandarizada	0,0533521	2,31559

Nota: Software Matlab. Autoría propia.

Figura 30. Comparación de Medias, densidades suavizadas semana 3, ancho de hoja.



Nota: Software Matlab. Autoría propia.

Comparación de Dos Muestras - N. DE HOJAS R1 & N. DE HOJAS R2

Muestra 1: N. DE HOJAS R1. Muestra 2: N. DE HOJAS R2

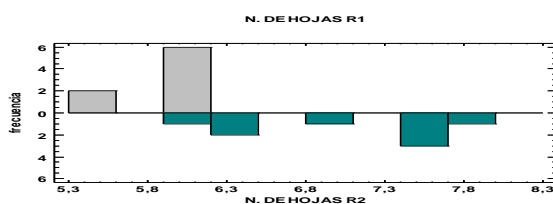
Muestra 1: 8 valores en el rango de 5,5 a 6,0. Muestra 2: 8 valores en el rango de 6,0 a

8,0

El StatAdvisor

Este procedimiento está diseñado para comprar dos muestras de datos. Calculará varias estadísticas y gráficas para cada muestra, y ejecutará varias pruebas para determinar si hay diferencias estadísticamente significativas entre las dos muestras.

Figura 31. Grafica de frecuencia semana 3, numero de hojas.



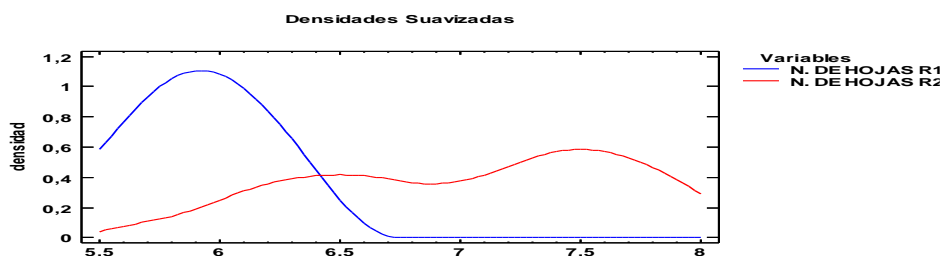
Nota: Software Matlab. Autoría propia.

Tabla 14. Resumen Estadístico semana 3, numero de hojas

	<i>N. DE HOJAS R1</i>	<i>N. DE HOJAS R2</i>
Recuento	8	8
Promedio	5,875	7,0625
Desviación Estándar	0,231455	0,678101
Coefficiente de Variación	3,93966%	9,60143%
Mínimo	5,5	6,0
Máximo	6,0	8,0
Rango	0,5	2,0
Sesgo Estandarizado	-1,66296	-0,338915
Curtosis Estandarizada	0	-0,622313

Nota: Software Matlab. Autoría propia.

Figura 32. Comparación de medias, densidades suavizadas semana 3, numero de hojas.



Nota: Software Matlab. Autoría propia.

Semana 4

Comparación de Dos Muestras - TALLO R1 & TALLO R2

Muestra 1: TALLO R1. Muestra 2: TALLO R2

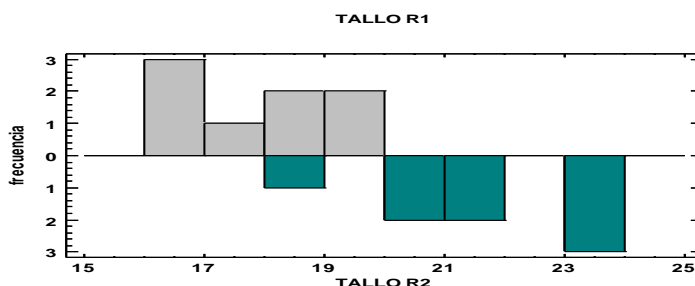
Muestra 1: 8 valores en el rango de 16,3 a 20,0

Muestra 2: 8 valores en el rango de 18,15 a 23,5

El StatAdvisor

Este procedimiento está diseñado para comprar dos muestras de datos. Calculará varias estadísticas y gráficas para cada muestra, y ejecutará varias pruebas para determinar si hay diferencias estadísticamente significativas entre las dos muestras.

Figura 33. Grafica de frecuencia semana 4, tallo.



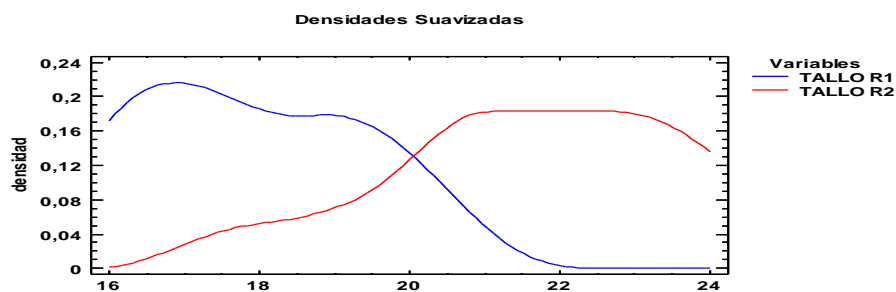
Nota: Software Matlab. Autoría propia

tabla 15. resumen estadístico semana 4, tallo.

	<i>TALLO R1</i>	<i>TALLO R2</i>
Recuento	8	8
Promedio	17,8625	21,5687
Desviación Estándar	1,4757	1,87234
Coficiente de Variación	8,26142%	8,68082%
Mínimo	16,3	18,15
Máximo	20,0	23,5
Rango	3,7	5,35
Sesgo Estandarizado	0,332067	-0,781258
Curtosis Estandarizada	-1,03744	0,0135561

Nota: Software Matlab. Autoría propia

Figura 34. Comparacion de medias, densidades suavizadas semana 4, tallo.



Nota: Software Matlab. Autoría propia

Comparación de Dos Muestras - RAIZ R1 & RAIZ R2

Muestra 1: RAIZ R1. Muestra 2: RAIZ R2

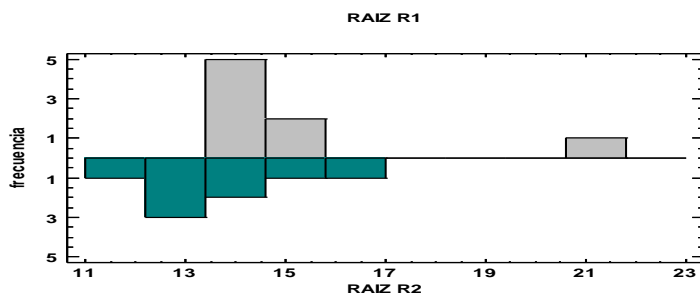
Muestra 1: 8 valores en el rango de 13,65 a 21,0

Muestra 2: 8 valores en el rango de 11,6 a 16,0

El StatAdvisor

Este procedimiento está diseñado para comparar dos muestras de datos. Calculará varias estadísticas y gráficas para cada muestra, y ejecutará varias pruebas para determinar si hay diferencias estadísticamente significativas entre las dos muestras.

Figura 35. Grafica de frecuencia semana 4, raíz.



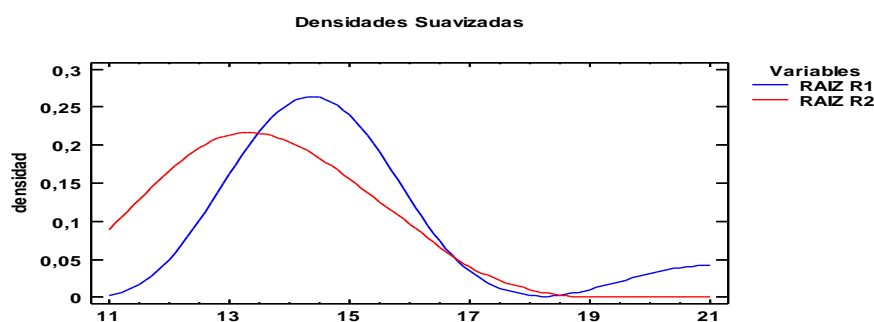
Nota: Software Matlab. Autoría propia

Tabla 16. Resumen Estadístico semana 4, raíz.

	<i>RAIZ R1</i>	<i>RAIZ R2</i>
Recuento	8	8
Promedio	15,2188	13,5937
Desviación Estándar	2,41468	1,44456
Coefficiente de Variación	15,8665%	10,6266%
Mínimo	13,65	11,6
Máximo	21,0	16,0
Rango	7,35	4,4
Sesgo Estandarizado	2,8674	0,426456
Curtosis Estandarizada	3,75421	-0,351025

Nota: Software Matlab. Autoría propia

Figura 36. Comparación de medias, densidades suavizadas semana 4, raíz.



Nota: Software Matlab. Autoría propia

Comparación de Dos Muestras - ANCHO DE HOJA R1 & ANCHO DE HOJA R2

Muestra 1: ANCHO DE HOJA R1. Muestra 2: ANCHO DE HOJA R2

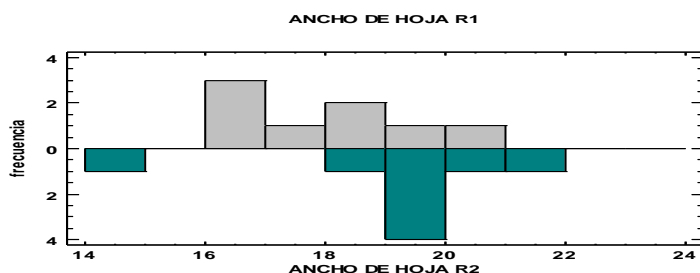
Muestra 1: 8 valores en el rango de 16,25 a 20,25

Muestra 2: 8 valores en el rango de 14,5 a 21,9

El StatAdvisor

Este procedimiento está diseñado para comprar dos muestras de datos. Calculará varias estadísticas y gráficas para cada muestra, y ejecutará varias pruebas para determinar si hay diferencias estadísticamente significativas entre las dos muestras.

Figura 37. Grafica de frecuencia semana 4, ancho hoja.



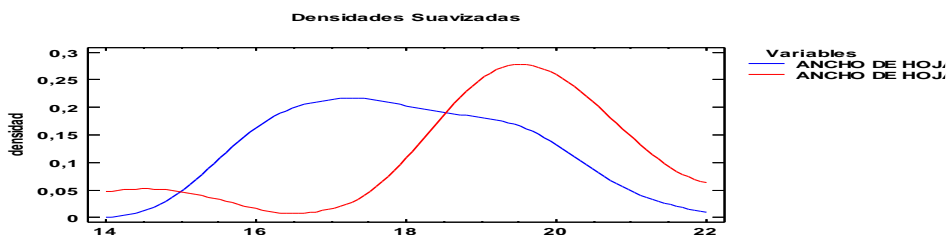
Nota: Software Matlab. Autoría propia

Tabla 17. Resumen Estadístico semana 4, ancho de hoja.

	<i>ANCHO DE HOJA R1</i>	<i>ANCHO DE HOJA R2</i>
Recuento	8	8
Promedio	17,9375	19,1687
Desviación Estándar	1,44587	2,12585
Coefficiente de Variación	8,06059%	11,0902%
Mínimo	16,25	14,5
Máximo	20,25	21,9
Rango	4,0	7,4
Sesgo Estandarizado	0,402175	-1,82766
Curtosis Estandarizada	-0,772147	2,33689

Nota: Software Matlab. Autoría propia

Figura 38. Comparación de medias, densidades suavizadas semana 4, ancho de hoja.



Nota: Software Matlab. Autoría propia

Comparación de Dos Muestras - N. DE HOJAS R1 & N. DE HOJAS R2

Muestra 1: N. DE HOJAS R. Muestra 2: N. DE HOJAS R2

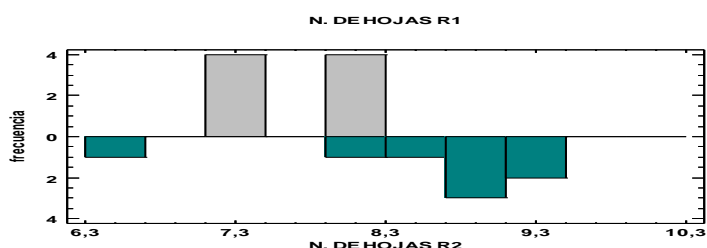
Muestra 1: 8 valores en el rango de 7,5 a 8,0

Muestra 2: 8 valores en el rango de 6,5 a 9,5

El StatAdvisor

Este procedimiento está diseñado para comprar dos muestras de datos. Calculará varias estadísticas y gráficas para cada muestra, y ejecutará varias pruebas para determinar si hay diferencias estadísticamente significativas entre las dos muestras.

Figura 39. Grafica de frecuencia semana 4, numero de hojas.



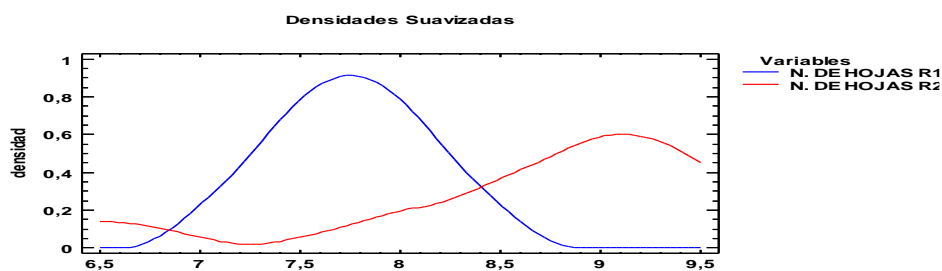
Nota: Software Matlab. Autoría propia

Tabla 18. Resumen Estadístico semana 4, numero de hojas.

	<i>N. DE HOJAS R1</i>	<i>N. DE HOJAS R2</i>
Recuento	8	8
Promedio	7,75	8,625
Desviación Estándar	0,267261	0,991031
Coficiente de Variación	3,44853%	11,4902%
Mínimo	7,5	6,5
Máximo	8,0	9,5
Rango	0,5	3,0
Sesgo Estandarizado	0	-1,88543
Curtosis Estandarizada	-1,61658	1,63956

Nota: Software Matlab. Autoría propia

Figura 40. Comparación de medias, densidades suavizadas semana 4, numero de hojas



Nota: Software Matlab. Autoría propia.

valor-P calculado es menor que 0,05, se puede rechazar la hipótesis nula en favor de la alterna.

NOTA: estos resultados asumen que las varianzas de las dos muestras son iguales. En este

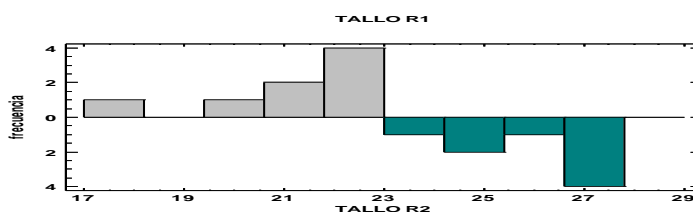
Semana 5

Comparación de Dos Muestras - TALLO R1 & TALLO R2

Muestra 1: TALLO R1. Muestra 2: TALLO R2

Muestra 1: 8 valores en el rango de 18,15 a 23,0. Muestra 2: 8 valores en el rango de 23,6 a 27,8

Figura 41. Grafica de frecuencia semana, 5 raíz.



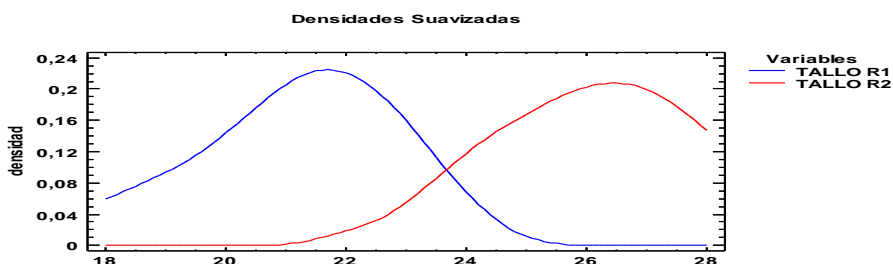
Nota: Software Matlab. Autoría propia

Tabla 19. resumen estadístico, semana 5, tallo.

	<i>TALLO R1</i>	<i>TALLO R2</i>
Recuento	8	8
Promedio	21,125	26,125
Desviación Estándar	1,58362	1,50285
Coefficiente de Variación	7,49643%	5,75255%
Mínimo	18,15	23,6
Máximo	23,0	27,8
Rango	4,85	4,2
Sesgo Estandarizado	-1,10908	-0,46268
Curtosis Estandarizada	0,275705	-0,511415

Nota: Software Matlab. Autoría propia

Figura 42. Comparación de medias, densidades suavizadas semana 5, tallo.



Nota: Software Matlab. Autoría propia.

Comparación de Dos Muestras - RAIZ R1 & RAIZ R2

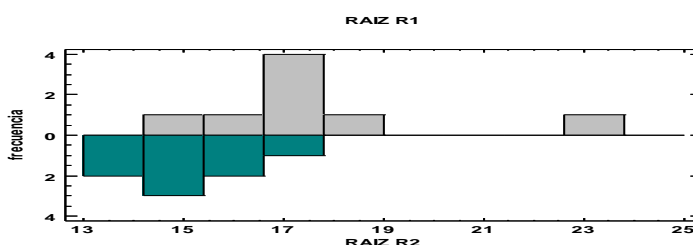
Muestra 1: RAIZ R1. Muestra 2: RAIZ R2

Muestra 1: 8 valores en el rango de 14,7 a 23,465. Muestra 2: 8 valores en el rango de 13,7 a 17,5

El StatAdvisor

Este procedimiento está diseñado para comprar dos muestras de datos. Calculará varias estadísticas y gráficas para cada muestra, y ejecutará varias pruebas para determinar si hay diferencias estadísticamente significativas entre las dos muestras.

Figura 43. Grafica de frecuencia semana 5, raíz.



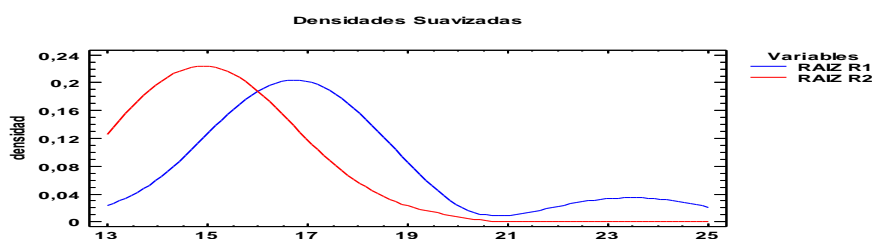
Nota: Software Matlab. Autoría propia

Tabla 20. Resume estadístico semana, 5 raíz.

	<i>RAIZ R1</i>	<i>RAIZ R2</i>
Recuento	8	8
Promedio	17,4706	15,0938
Desviación Estándar	2,61996	1,22575
Coficiente de Variación	14,9964%	8,12089%
Mínimo	14,7	13,7
Máximo	23,465	17,5
Rango	8,765	3,8
Sesgo Estandarizado	2,29864	1,13879
Curtosis Estandarizada	2,88625	0,660281

Nota: Software Matlab. Autoría propia

Figura 44. Comparación de medias, densidades suavizadas semana 5, raíz.



Nota: Software Matlab. Autoría propia

Comparación de Dos Muestras - ANCHO DE HOJA R1 & ANCHO DE HOJA R2

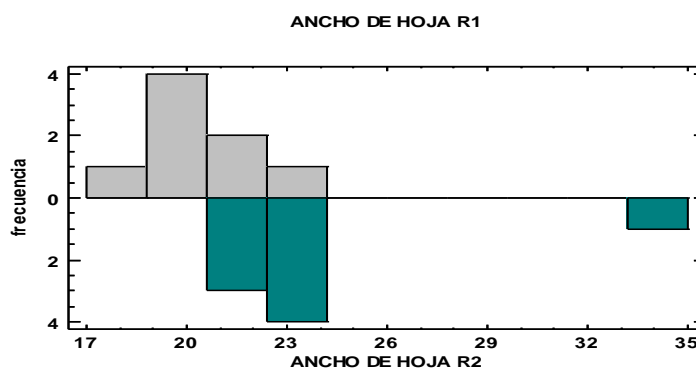
Muestra 1: ANCHO DE HOJA R1. Muestra 2: ANCHO DE HOJA R2

Muestra 1: 8 valores en el rango de 17,85 a 23,9. Muestra 2: 8 valores en el rango de 20,9 a 33,6

El StatAdvisor

Este procedimiento está diseñado para comprar dos muestras de datos. Calculará varias estadísticas y gráficas para cada muestra, y ejecutará varias pruebas para determinar si hay diferencias estadísticamente significativas entre las dos muestras.

Figura 45. Grafica de frecuencia semana 5, ancho de hoja.



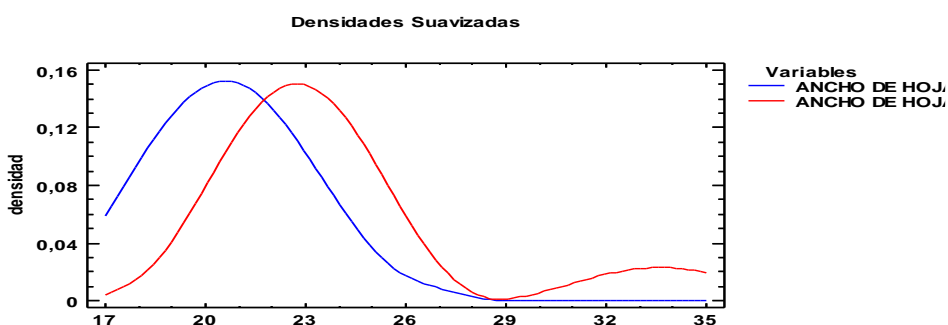
Nota: Software Matlab. Autoría propia

Tabla 21. Resumen estadístico semana 5, ancho de hoja.

	<i>ANCHO DE HOJA R1</i>	<i>ANCHO DE HOJA R2</i>
Recuento	8	8
Promedio	20,6563	24,0687
Desviación Estándar	1,74488	3,96916
Coefficiente de Variación	8,44721%	16,4909%
Mínimo	17,85	20,9
Máximo	23,9	33,6
Rango	6,05	12,7
Sesgo Estandarizado	0,390664	2,87701
Curtosis Estandarizada	0,962361	3,85673

Nota: Software Matlab. Autoría propia

Figura 46. Comparación de medias, densidades suavizadas semana 5, ancho de hoja



Nota: Software Matlab. Autoría propia

Comparación de Dos Muestras - N. DE HOJAS R1 & N. DE HOJAS R2

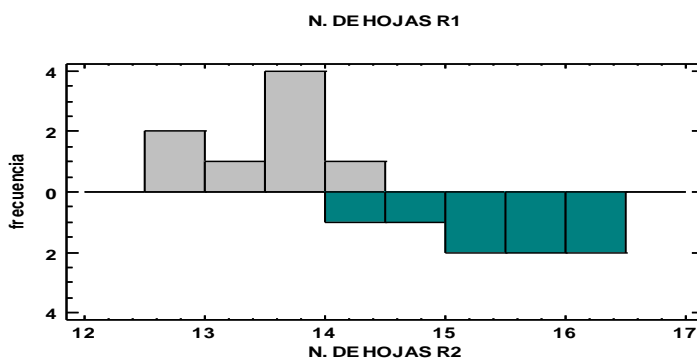
Muestra 1: N. DE HOJAS R1. Muestra 2: N. DE HOJAS R2

Muestra 1: 8 valores en el rango de 13,0 a 14,5. Muestra 2: 8 valores en el rango de 14,5 a 16,5

El StatAdvisor

Este procedimiento está diseñado para comprar dos muestras de datos. Calculará varias estadísticas y gráficas para cada muestra, y ejecutará varias pruebas para determinar si hay diferencias estadísticamente significativas entre las dos muestras.

Figura 47. Grafica de frecuencia semana 5, número de hojas



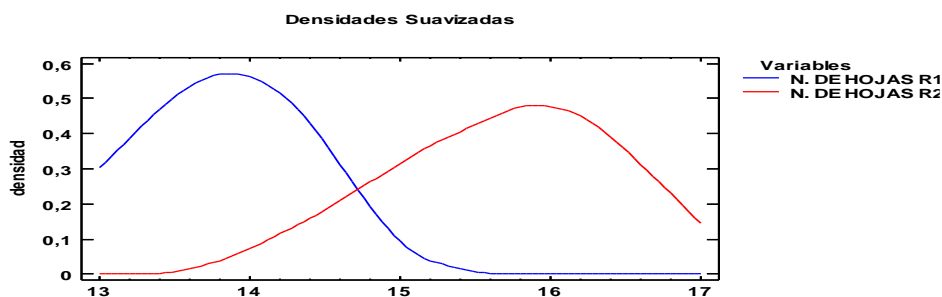
Nota: Software Matlab. Autoría propia

Tabla 22. Resumen estadístico semana 5, numero de hojas

	<i>N. DE HOJAS R1</i>	<i>N. DE HOJAS R2</i>
Recuento	8	8
Promedio	13,75	15,6875
Desviación Estándar	0,534522	0,703943
Coefficiente de Variación	3,88744%	4,48729%
Mínimo	13,0	14,5
Máximo	14,5	16,5
Rango	1,5	2,0
Sesgo Estandarizado	-0,540062	-0,554166
Curtosis Estandarizada	-0,479922	-0,325914

Nota: Software Matlab. Autoría propia

Figura 48. Comparación de medias, densidades suavizadas semana 5.



Nota: Software Matlab. Autoría propia

Semana 6

Comparación de Dos Muestras - TALLO R1 & TALLO R2

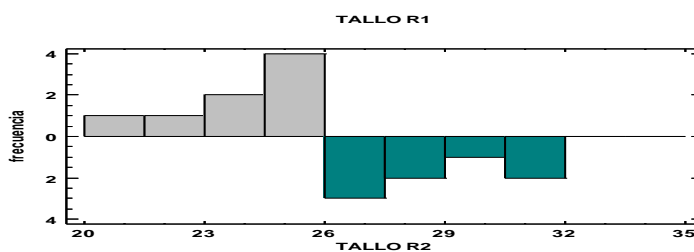
Muestra 1: TALLO R1. Muestra 2: TALLO R2

Muestra 1: 8 valores en el rango de 20,8 a 25,5. Muestra 2: 8 valores en el rango de 27,0 a 31,5

El StatAdvisor

Este procedimiento está diseñado para comprar dos muestras de datos. Calculará varias estadísticas y gráficas para cada muestra, y ejecutará varias pruebas para determinar si hay diferencias estadísticamente significativas entre las dos muestras.

Figura 49. Grafica de frecuencia semana 6, tallo



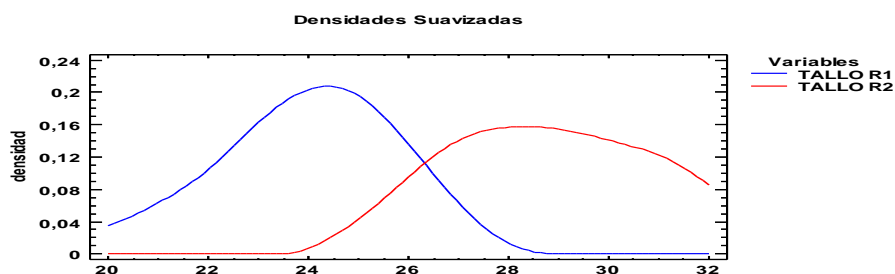
Nota: Software Matlab. Autoría propia

Tabla 23. Resumen estadístico semana 6, tallo.

	<i>TALLO R1</i>	<i>TALLO R2</i>
Recuento	8	8
Promedio	23,9	28,9375
Desviación Estándar	1,55495	1,87916
Coficiente de Variación	6,50605%	6,49386%
Mínimo	20,8	27,0
Máximo	25,5	31,5
Rango	4,7	4,5
Sesgo Estandarizado	-1,39082	0,248976
Curtosis Estandarizada	0,715113	-1,091

Nota: Software Matlab. Autoría propia

Figura 50. Comparación de medias, densidades suavizadas semana 5, tallo.



Nota: Software Matlab. Autoría propia

Comparación de Dos Muestras - RAIZ R1 & RAIZ R2

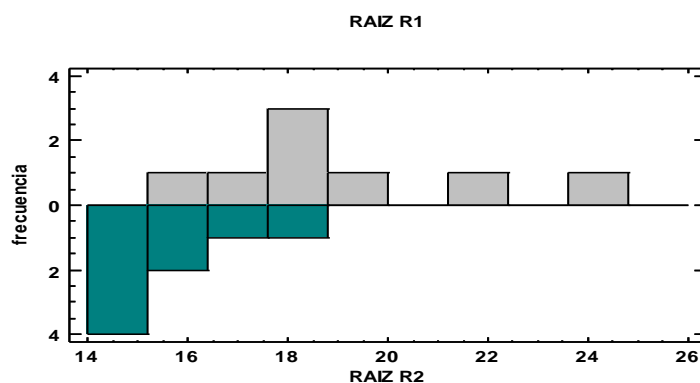
Muestra 1: RAIZ R1. Muestra 2: RAIZ R2

Muestra 1: 8 valores en el rango de 15,9 a 23,95. Muestra 2: 8 valores en el rango de 14,5 a 17,9

El StatAdvisor

Este procedimiento está diseñado para comprar dos muestras de datos. Calculará varias estadísticas y gráficas para cada muestra, y ejecutará varias pruebas para determinar si hay diferencias estadísticamente significativas entre las dos muestras.

Figura 51. Grafica de frecuencia semana 6, raíz.



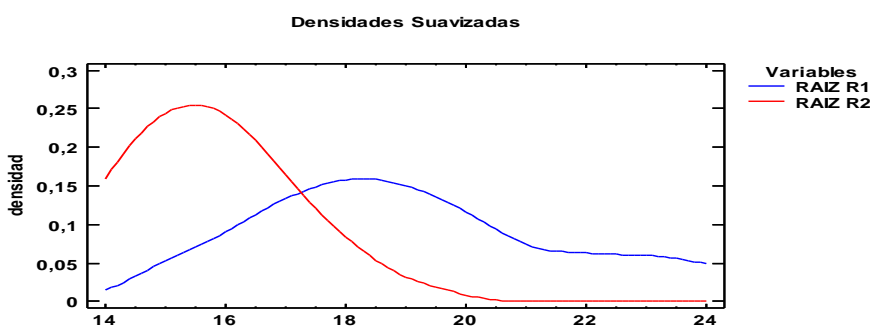
Nota: Software Matlab. Autoría propia

Tabla 24. Resumen estadístico semana 5, raíz.

	<i>RAIZ R1</i>	<i>RAIZ R2</i>
Recuento	8	8
Promedio	19,2	15,7
Desviación Estándar	2,66083	1,1514
Coefficiente de Variación	13,8585%	7,33374%
Mínimo	15,9	14,5
Máximo	23,95	17,9
Rango	8,05	3,4
Sesgo Estandarizado	0,809845	1,05042
Curtosis Estandarizada	0,0308575	0,358538

Nota: Software Matlab. Autoría propia.

Figura 52. Comparación de medias, densidades suavizadas semana 6, raíz.



Nota: Software Matlab. Autoría propia

Comparación de Dos Muestras - ANCHO DE HOJA R1 & ANCHO DE HOJA R2

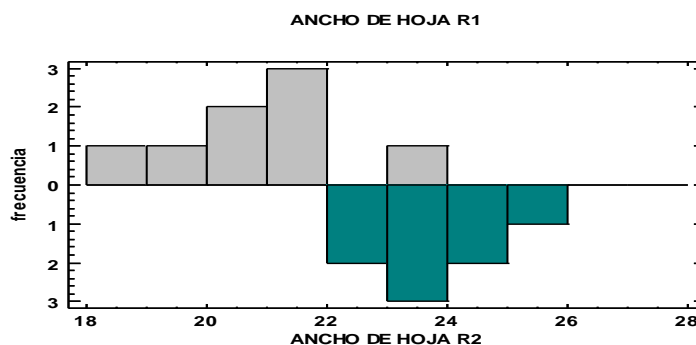
Muestra 1: ANCHO DE HOJA R1. Muestra 2: ANCHO DE HOJA R2

Muestra 1: 8 valores en el rango de 18,95 a 24,0. Muestra 2: 8 valores en el rango de 23,0 a 26,0

El StatAdvisor

Este procedimiento está diseñado para comparar dos muestras de datos. Calculará varias estadísticas y gráficas para cada muestra, y ejecutará varias pruebas para determinar si hay diferencias estadísticamente significativas entre las dos muestras.

Figura 53. Grafica de frecuencia semana 6, ancho de hoja.



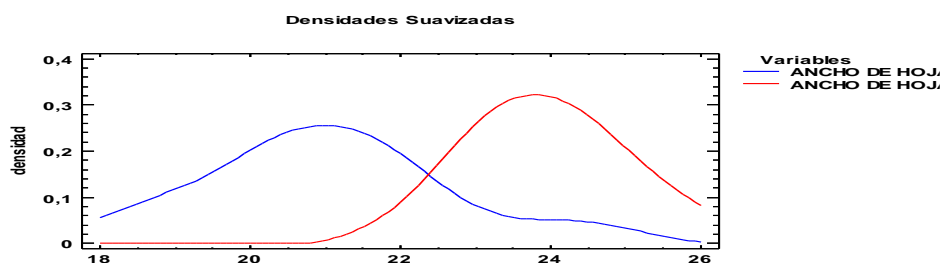
Nota: Software Matlab. Autoría propia

Tabla 25. Resumen estadístico semana, ancho de hoja.

	<i>ANCHO DE HOJA R1</i>	<i>ANCHO DE HOJA R2</i>
Recuento	8	8
Promedio	21,0437	24,025
Desviación Estándar	1,54768	0,966215
Coefficiente de Variación	7,35458%	4,02171%
Mínimo	18,95	23,0
Máximo	24,0	26,0
Rango	5,05	3,0
Sesgo Estandarizado	0,713862	1,3454
Curtosis Estandarizada	0,758952	1,15703

Nota: Software Matlab. Autoría propia

Figura 54. Comparación de medias, densidades suavizadas semana 6, ancho de hoja.



Nota: Software Matlab. Autoría propia

Comparación de Dos Muestras - N. DE HOJAS R1 & N. DE HOJAS R2

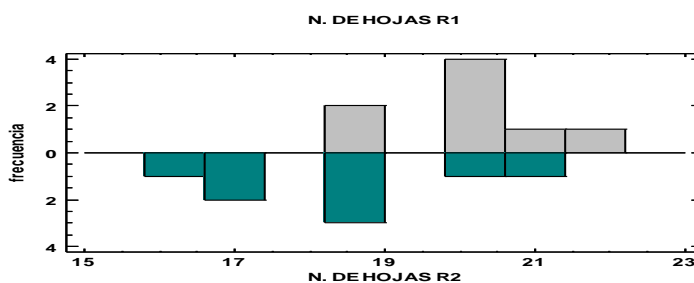
Muestra 1: N. DE HOJAS R1. Muestra 2: N. DE HOJAS R2

Muestra 1: 8 valores en el rango de 19,0 a 22,0. Muestra 2: 8 valores en el rango de 16,0 a 21,0

El StatAdvisor

Este procedimiento está diseñado para comparar dos muestras de datos. Calculará varias estadísticas y gráficas para cada muestra, y ejecutará varias pruebas para determinar si hay diferencias estadísticamente significativas entre las dos muestras.

Figura 55. Grafica de frecuencia semana 6, numero de hojas.



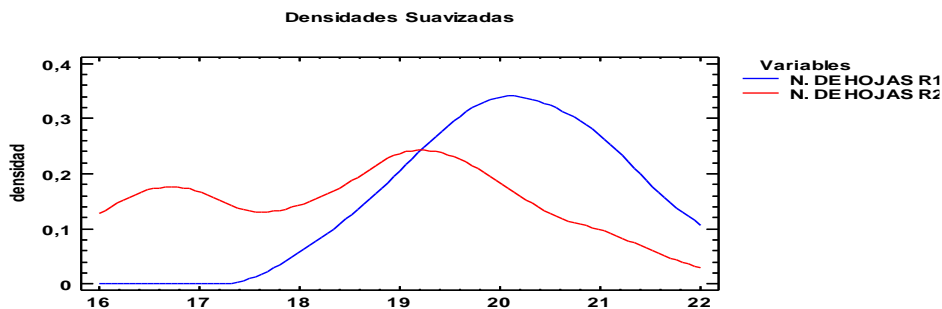
Nota: Software Matlab. Autoría propia

Tabla 26. Resumen estadístico semana 6, número de hojas.

	<i>N. DE HOJAS R1</i>	<i>N. DE HOJAS R2</i>
Recuento	8	8
Promedio	20,25	18,5
Desviación Estándar	1,0	1,69031
Coficiente de Variación	4,93827%	9,1368%
Mínimo	19,0	16,0
Máximo	22,0	21,0
Rango	3,0	5,0
Sesgo Estandarizado	0,412393	-0,136626
Curtosis Estandarizada	0,059797	-0,561762

Nota: Software Matlab. Autoría propia

Figura 56. Comparación de medias, densidades suavizadas semana 6, numero de hojas.



Nota: Software Matlab. Autoría propia

Análisis comparativo del desarrollo de las plantas de lechuga (*Lactuca Sativa L.*) al punto de cosecha.

Comparación de Dos Muestras - TALLO TOTAL R1 & TALLO TOTAL R2

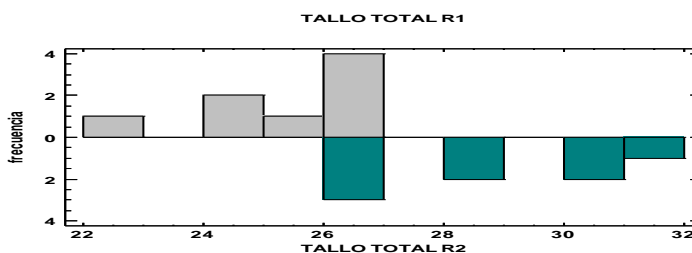
Muestra 1: TALLO TOTAL R1. Muestra 2: TALLO TOTAL R2

Muestra 1: 8 valores en el rango de 23,0 a 27,0. Muestra 2: 8 valores en el rango de 27,0 a 31,5

El StatAdvisor

Este procedimiento está diseñado para comparar dos muestras de datos. Calculará varias estadísticas y gráficas para cada muestra, y ejecutará varias pruebas para determinar si hay diferencias estadísticamente significativas entre las dos muestras.

Figura 57. Grafica de frecuencia en el punto de cosecha, tallo total.



Nota: Software Matlab. Autoría propia

Tabla 27. Resumen estadístico de punto de cosecha, tallo total.

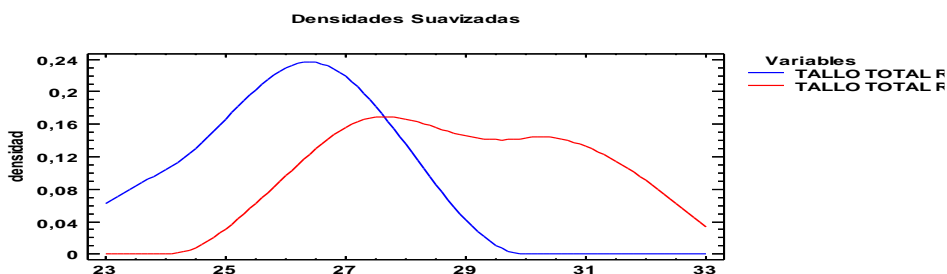
	<i>TALLO TOTAL R1</i>	<i>TALLO TOTAL R2</i>
Recuento	8	8
Promedio	25,875	28,9375
Desviación Estándar	1,45774	1,87916
Coefficiente de Variación	5,63377%	6,49386%
Mínimo	23,0	27,0
Máximo	27,0	31,5
Rango	4,0	4,5
Sesgo Estandarizado	-1,37789	0,248976
Curtosis Estandarizada	0,498182	-1,091

Nota: Software Matlab. Autoría propia

El StatAdvisor

Esta tabla contiene el resumen estadístico para las dos muestras de datos. Pueden utilizarse otras opciones tabulares, dentro de este análisis, para evaluar si las diferencias entre los estadísticos de las dos muestras son estadísticamente significativas. De particular interés son el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada que pueden usarse para comparar si las muestras provienen de distribuciones normales. Valores de estos estadísticos fuera del rango de -2 a +2 indican desviaciones significativas de la normalidad, lo que tendería a invalidar las pruebas que comparan las desviaciones estándar. En este caso, ambos valores de sesgo estandarizado se encuentran dentro del rango esperado. Ambas curtosis estandarizadas se encuentran dentro del rango esperado.

Figura 58. Comparación de medias, densidades suavizadas de punto de cosecha, tallo total.



Nota: Software Matlab. Autoría propia

Comparación de Medias

Intervalos de confianza del 95,0% para la media de TALLO TOTAL R1: 25,875 +/- 1,2187 + [24,6563, 27,0937]. Intervalos de confianza del 95,0% para la media de TALLO TOTAL R2: 28,9375 +/- 1,57102 [27,3665, 30,5085]. Intervalos de confianza del 95,0% intervalo de confianza para la diferencia de medias suponiendo varianzas iguales: -3,0625 +/- 1,80345 [-4,86595, -1,25905]

Prueba t para comparar medias

Hipótesis nula: $\text{media1} = \text{media2}$

Hipótesis Alt.: $\text{media1} \neq \text{media2}$

Suponiendo varianzas iguales: $t = -3,64214$ valor-P = 0,00266607

Se rechaza la hipótesis nula para $\alpha = 0,05$.

El StatAdvisor

Esta opción ejecuta una prueba-t para comparar las medias de las dos muestras. También construye los intervalos, ó cotas, de confianza para cada media y para la diferencia entre las medias. De interés particular es el intervalo de confianza para la diferencia entre las medias, el cual se extiende desde -4,86595 hasta -1,25905. Puesto que el intervalo no contiene el valor 0, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las dos muestras, con un nivel de confianza del 95,0%.

También puede usarse una prueba-t para evaluar hipótesis específicas acerca de la diferencia entre las medias de las poblaciones de las cuales provienen las dos muestras. En este caso, la prueba se ha construido para determinar si la diferencia entre las dos medias es igual a

0,0 versus la hipótesis alterna de que la diferencia no es igual a 0,0. Puesto que el valor-P calculado es menor que 0,05, se puede rechazar la hipótesis nula en favor de la alterna.

NOTA: estos resultados asumen que las varianzas de las dos muestras son iguales. En este caso, esa suposición parece razonable, con base en los resultados de la prueba-F para comparar las desviaciones estándar. Pueden verse los resultados de esta prueba seleccionando Comparación de Desviaciones Estándar del menú de Opciones Tabulares.

Comparación de Dos Muestras - RAIZ TOTAL R1 & RAIZ TOTAL R2

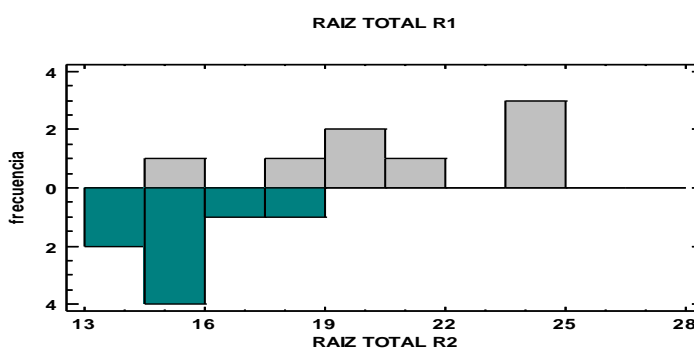
Muestra 1: RAIZ TOTAL R1. Muestra 2: RAIZ TOTAL R2

Muestra 1: 8 valores en el rango de 16,0 a 25,0. Muestra 2: 8 valores en el rango de 14,5 a 17,9

El StatAdvisor

Este procedimiento está diseñado para comprar dos muestras de datos. Calculará varias estadísticas y gráficas para cada muestra, y ejecutará varias pruebas para determinar si hay diferencias estadísticamente significativas entre las dos muestras.

Figura 59. Grafica de frecuencia de punto final de cosecha, raíz total.



Nota: Software Matlab. Autoría propia.

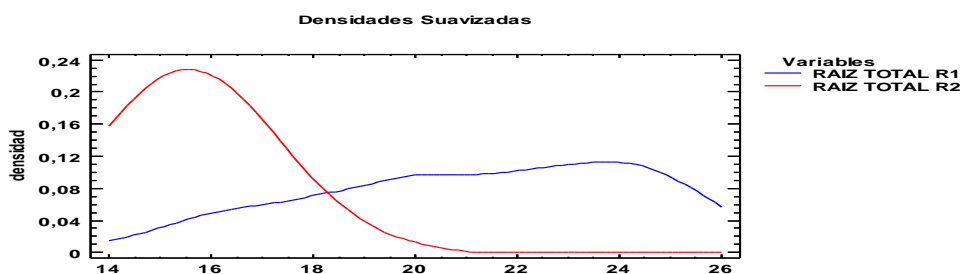
Tabla 28. Resumen estadístico del punto final cosecha, raíz total.

	<i>RAIZ TOTAL R1</i>	<i>RAIZ TOTAL R2</i>
Recuento	8	8
Promedio	21,1875	15,7
Desviación Estándar	3,16157	1,1514
Coefficiente de Variación	14,9219%	7,33374%
Mínimo	16,0	14,5
Máximo	25,0	17,9
Rango	9,0	3,4
Sesgo Estandarizado	-0,511795	1,05042
Curtosis Estandarizada	-0,517991	0,358538

Nota: Software Matlab. Autoría propia

El StatAdvisor

Esta tabla contiene el resumen estadístico para las dos muestras de datos. Pueden utilizarse otras opciones tabulares, dentro de este análisis, para evaluar si las diferencias entre los estadísticos de las dos muestras son estadísticamente significativas. De particular interés son el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada que pueden usarse para comparar si las muestras provienen de distribuciones normales. Valores de estos estadísticos fuera del rango de -2 a +2 indican desviaciones significativas de la normalidad, lo que tendería a invalidar las pruebas que comparan las desviaciones estándar. En este caso, ambos valores de sesgo estandarizado se encuentran dentro del rango esperado. Ambas curtosis estandarizadas se encuentran dentro del rango esperado.

Figura 60. Comparación de medias densidades suavizadas en punto de cosecha, raíz total.

Nota: Software Matlab. Autoría propia

Comparación de Medias

Intervalos de confianza del 95,0% para la media de RAIZ TOTAL R1: 21,1875 +/- 2,64315 [18,5444, 23,8306]. Intervalos de confianza del 95,0% para la media de RAIZ TOTAL R2: 15,7 +/- 0,962594 [14,7374, 16,6626]. Intervalos de confianza del 95,0% intervalo de confianza para la diferencia de medias suponiendo varianzas iguales: 5,4875 +/- 2,55145 [2,93605, 8,03895]

Prueba t para comparar medias

Hipótesis nula: $\text{media1} = \text{media2}$

Hipótesis Alt.: $\text{media1} \neq \text{media2}$

suponiendo varianzas iguales: $t = 4,61288$ valor-P = 0,00040248

Se rechaza la hipótesis nula para $\alpha = 0,05$.

El StatAdvisor

Esta opción ejecuta una prueba-t para comparar las medias de las dos muestras. También construye los intervalos, ó cotas, de confianza para cada media y para la diferencia entre las medias. De interés particular es el intervalo de confianza para la diferencia entre las medias, el cual se extiende desde 2,93605 hasta 8,03895. Puesto que el intervalo no contiene el valor 0, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las dos muestras, con un nivel de confianza del 95,0%.

También puede usarse una prueba-t para evaluar hipótesis específicas acerca de la diferencia entre las medias de las poblaciones de las cuales provienen las dos muestras. En este caso, la prueba se ha construido para determinar si la diferencia entre las dos medias es igual a

0,0 versus la hipótesis alterna de que la diferencia no es igual a 0,0. Puesto que el valor-P calculado es menor que 0,05, se puede rechazar la hipótesis nula en favor de la alterna.

NOTA: estos resultados asumen que las varianzas de las dos muestras son iguales. En este caso, la suposición es cuestionable puesto que los resultados de la prueba-F para comparar las desviaciones estándar sugieren que pueden existir diferencias significativas entre ellas. Pueden verse los resultados de esta prueba seleccionando Comparación de Desviaciones Estándar del menú de Opciones Tabulares.

Comparación de Dos Muestras - ANCHO DE HOJA TOTAL R1 & ANCHO DE HOJA TOTAL R2

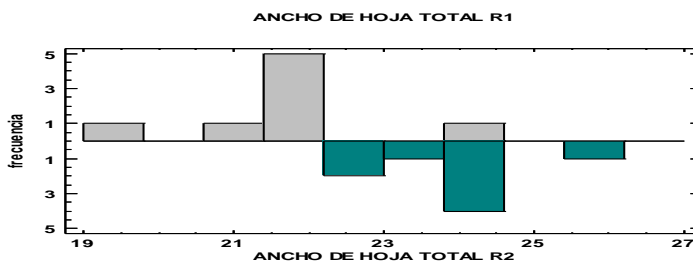
Muestra 1: ANCHO DE HOJA TOTAL R1. Muestra 2: ANCHO DE HOJA TOTAL R2

Muestra 1: 8 valores en el rango de 19,7 a 24,2. Muestra 2: 8 valores en el rango de 23,0 a 26,0

El StatAdvisor

Este procedimiento está diseñado para comprar dos muestras de datos. Calculará varias estadísticas y gráficas para cada muestra, y ejecutará varias pruebas para determinar si hay diferencias estadísticamente significativas entre las dos muestras.

Figura 61. Grafica de frecuencia del punto de cosecha, ancho de hoja total.



Nota: Software Matlab. Autoría propia

Tabla 29. Resumen estadístico del punto final de cosecha, ancho total de hoja.

	<i>ANCHO DE HOJA TOTAL R1</i>	<i>ANCHO DE HOJA TOTAL R2</i>
Recuento	8	8
Promedio	21,7875	24,025
Desviación Estándar	1,25064	0,966215
Coficiente de Variación	5,74018%	4,02171%
Mínimo	19,7	23,0
Máximo	24,2	26,0
Rango	4,5	3,0
Sesgo Estandarizado	0,504123	1,3454
Curtosis Estandarizada	1,47995	1,15703

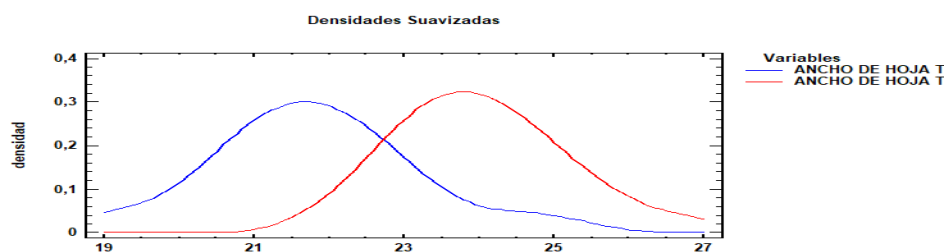
Nota: Software Matlab. Autoría propia

El StatAdvisor

Esta tabla contiene el resumen estadístico para las dos muestras de datos. Pueden utilizarse otras opciones tabulares, dentro de este análisis, para evaluar si las diferencias entre los estadísticos de las dos muestras son estadísticamente significativas. De particular interés son el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada que pueden usarse para comparar si las muestras provienen de distribuciones normales. Valores de estos estadísticos fuera del rango de -2 a +2 indican desviaciones significativas de la normalidad, lo que tendería a invalidar las pruebas que comparan las desviaciones estándar. En este caso, ambos valores de sesgo estandarizado se encuentran dentro del rango esperado. Ambas Curtosis estandarizadas se encuentran dentro del rango esperado.

Figura 62. Comparación de medias, densidades suavizadas punto final de la cosecha, ancho de hoja total

Nota:



Software Matlab. Autoría propia

Comparación de Medias

Intervalos de confianza del 95,0% para la media de ANCHO DE HOJA TOTAL R1: 21,7875 +/- 1,04557 [20,7419, 22,8331]. Intervalos de confianza del 95,0% para la media de ANCHO DE HOJA TOTAL R2: 24,025 +/- 0,807778 [23,2172, 24,8328]. Intervalos de confianza del 95,0% intervalo de confianza para la diferencia de medias suponiendo varianzas iguales: -2,2375 +/- 1,19842 [-3,43592, -1,03908]

Prueba t para comparar medias

Hipótesis nula: $media1 = media2$

Hipótesis Alt.: $media1 <> media2$

suponiendo varianzas iguales: $t = -4,00442$ valor-P = 0,00130469

Se rechaza la hipótesis nula para $\alpha = 0,05$.

El StatAdvisor

Esta opción ejecuta una prueba-t para comparar las medias de las dos muestras. También construye los intervalos, ó cotas, de confianza para cada media y para la diferencia entre las medias. De interés particular es el intervalo de confianza para la diferencia entre las medias, el cual se extiende desde -3,43592 hasta -1,03908. Puesto que el intervalo no contiene el valor 0,

existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las dos muestras, con un nivel de confianza del 95,0%.

También puede usarse una prueba-t para evaluar hipótesis específicas acerca de la diferencia entre las medias de las poblaciones de las cuales provienen las dos muestras. En este caso, la prueba se ha construido para determinar si la diferencia entre las dos medias es igual a 0,0 versus la hipótesis alterna de que la diferencia no es igual a 0,0. Puesto que el valor-P calculado es menor que 0,05, se puede rechazar la hipótesis nula en favor de la alterna.

NOTA: estos resultados asumen que las varianzas de las dos muestras son iguales. En este caso, esa suposición parece razonable, con base en los resultados de la prueba-F para comparar las desviaciones estándar. Pueden verse los resultados de esta prueba seleccionando Comparación de Desviaciones Estándar del menú de Opciones Tabulares.

Comparación de dos Muestras - N. DE HOJAS TOTAL R1 & N. DE HOJAS TOTAL R2

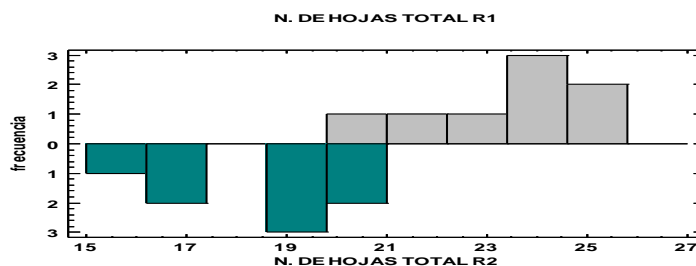
Muestra 1: N. DE HOJAS TOTAL R1. Muestra 2: N. DE HOJAS TOTAL R2

Muestra 1: 8 valores en el rango de 20,0 a 25,0. Muestra 2: 8 valores en el rango de 16,0 a 21,0

El StatAdvisor

Este procedimiento está diseñado para comprar dos muestras de datos. Calculará varias estadísticas y gráficas para cada muestra, y ejecutará varias pruebas para determinar si hay diferencias estadísticamente significativas entre las dos muestras.

Figura 63. Grafica de frecuencia del punto final de cosecha, número total de hojas.



Nota: Software Matlab. Autoría propia

Tabla 30. Resumen estadístico del punto de cosecha, número total de hojas

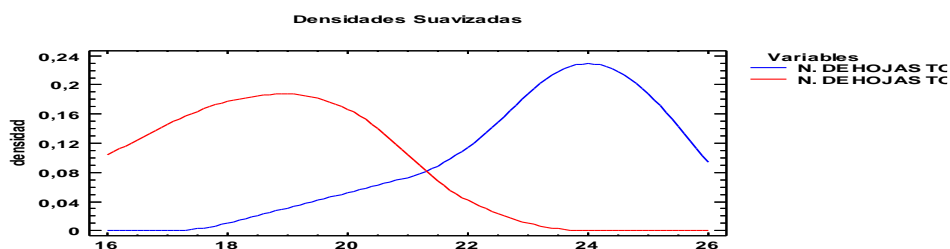
	<i>N. DE HOJAS TOTAL R1</i>	<i>N. DE HOJAS TOTAL R2</i>
Recuento	8	8
Promedio	23,375	18,5
Desviación Estándar	1,68502	1,69031
Coficiente de Variación	7,20863%	9,1368%
Mínimo	20,0	16,0
Máximo	25,0	21,0
Rango	5,0	5,0
Sesgo Estandarizado	-1,46106	-0,136626
Curtosis Estandarizada	0,798795	-0,561762

Nota: Software Matlab. Autoría propia

El StatAdvisor

Esta tabla contiene el resumen estadístico para las dos muestras de datos. Pueden utilizarse otras opciones tabulares, dentro de este análisis, para evaluar si las diferencias entre los estadísticos de las dos muestras son estadísticamente significativas. De particular interés son el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada que pueden usarse para comparar si las muestras provienen de distribuciones normales. Valores de estos estadísticos fuera del rango de -2 a +2 indican desviaciones significativas de la normalidad, lo que tendería a invalidar las pruebas que comparan las desviaciones estándar. En este caso, ambos valores de sesgo estandarizado se encuentran dentro del rango esperado. Ambas curtosis estandarizadas se encuentran dentro del rango esperado.

Figura 64.comparacion de medias, densidades suavizadas del punto final de cosecha, número total de hojas



Nota: Software Matlab. Autoría propia

Comparación de Medias

Intervalos de confianza del 95,0% para la media de N. DE HOJAS TOTAL R1: 23,375 +/- 1,40871 [21,9663, 24,7837]

Intervalos de confianza del 95,0% para la media de N. DE HOJAS TOTAL R2: 18,5 +/- 1,41314 [17,0869, 19,9131]

Intervalos de confianza del 95,0% intervalo de confianza para la diferencia de medias

suponiendo varianzas iguales: 4,875 +/- 1,80985 [3,06515, 6,68485]

Prueba t para comparar medias

Hipótesis nula: $media1 = media2$

Hipótesis Alt.: $media1 <> media2$

suponiendo varianzas iguales: $t = 5,77721$ valor-P = 0,0000479037

Se rechaza la hipótesis nula para $\alpha = 0,05$.

El StatAdvisor

Esta opción ejecuta una prueba-t para comparar las medias de las dos muestras. También construye los intervalos, ó cotas, de confianza para cada media y para la diferencia entre las medias. De interés particular es el intervalo de confianza para la diferencia entre las medias, el cual se extiende desde 3,06515 hasta 6,68485. Puesto que el intervalo no contiene el valor 0, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las dos muestras, con un nivel de confianza del 95,0%.

También puede usarse una prueba-t para evaluar hipótesis específicas acerca de la diferencia entre las medias de las poblaciones de las cuales provienen las dos muestras. En este caso, la prueba se ha construido para determinar si la diferencia entre las dos medias es igual a 0,0 versus la hipótesis alterna de que la diferencia no es igual a 0,0. Puesto que el valor-P calculado es menor que 0,05, se puede rechazar la hipótesis nula en favor de la alterna.

NOTA: estos resultados asumen que las varianzas de las dos muestras son iguales. En este caso, esa suposición parece razonable, con base en los resultados de la prueba-F para comparar las desviaciones estándar. Pueden verse los resultados de esta prueba seleccionando Comparación de Desviaciones Estándar del menú de Opciones Tabulares.

Análisis comparativo del peso de las plantas de lechuga (*Lactuca Sativa L.*) al punto de cosecha.

Comparación de Dos Muestras – PESO TOTAL GR R1 & PESO TOTAL GR R2

Muestra 1: PESO GR R1

Muestra 2: PESO GR R2

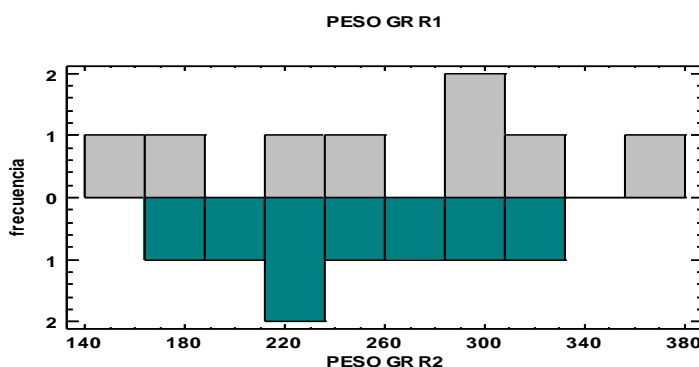
Muestra 1: 8 valores en el rango de 158,0 a 359,0

Muestra 2: 8 valores en el rango de 174,0 a 322,0

El StatAdvisor

Este procedimiento está diseñado para comparar dos muestras de datos. Calculará varias estadísticas y gráficas para cada muestra, y ejecutará varias pruebas para determinar si hay diferencias estadísticamente significativas entre las dos muestras.

Figura 65. Grafica de figuras del peso.



Nota: Software Matlab. Autoría propia

Tabla 31. Resumen estadístico del peso.

	<i>PESO GR R1</i>	<i>PESO GR R2</i>
Recuento	8	8
Promedio	260,875	246,0
Desviación Estándar	70,4018	51,719
Coefficiente de Variación	26,9868%	21,024%
Mínimo	158,0	174,0
Máximo	359,0	322,0
Rango	201,0	148,0
Sesgo Estandarizado	-0,125539	0,187101
Curtosis Estandarizada	-0,742602	-0,611617

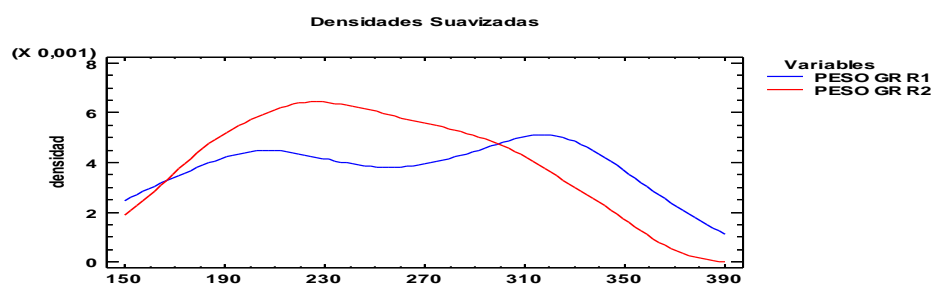
Nota: Software Matlab. Autoría propia

El StatAdvisor

Esta tabla contiene el resumen estadístico para las dos muestras de datos. Pueden utilizarse otras opciones tabulares, dentro de este análisis, para evaluar si las diferencias entre los estadísticos de las dos muestras son estadísticamente significativas. De particular interés son el

sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada que pueden usarse para comparar si las muestras provienen de distribuciones normales. Valores de estos estadísticos fuera del rango de -2 a $+2$ indican desviaciones significativas de la normalidad, lo que tendería a invalidar las pruebas que comparan las desviaciones estándar. En este caso, ambos valores de sesgo estandarizado se encuentran dentro del rango esperado. Ambas curtosis estandarizadas se encuentran dentro del rango esperado.

Figura 66. Comparación de medias, densidades suavizadas, peso.



Nota: Software Matlab. Autoría propia

Comparación de Medias

Intervalos de confianza del 95,0% para la media de PESO GR R1: $260,875 \pm 58,8575$
 $[202,017, 319,733]$

Intervalos de confianza del 95,0% para la media de PESO GR R2: $246,0 \pm 43,2383$ $[202,762,$
 $289,238]$

Intervalos de confianza del 95,0% intervalo de confianza para la diferencia de medias

suponiendo varianzas iguales: $14,875 \pm 66,2428$ $[-51,3678, 81,1178]$

Prueba t para comparar medias

Hipótesis nula: $media1 = media2$

Hipótesis Alt.: $\mu_1 \neq \mu_2$

suponiendo varianzas iguales: $t = 0,481619$ valor-P = 0,637518

No se rechaza la hipótesis nula para $\alpha = 0,05$.

El StatAdvisor

Esta opción ejecuta una prueba-t para comparar las medias de las dos muestras. También construye los intervalos, ó cotas, de confianza para cada media y para la diferencia entre las medias. De interés particular es el intervalo de confianza para la diferencia entre las medias, el cual se extiende desde -51,3678 hasta 81,1178. Puesto que el intervalo contiene el valor de 0, no hay diferencia significativa entre las medias de las dos muestras de datos, con un nivel de confianza del 95,0%.

También puede usarse una prueba-t para evaluar hipótesis específicas acerca de la diferencia entre las medias de las poblaciones de las cuales provienen las dos muestras. En este caso, la prueba se ha construido para determinar si la diferencia entre las dos medias es igual a 0,0 versus la hipótesis alterna de que la diferencia no es igual a 0,0. Puesto que el valor-P calculado no es menor que 0,05, no se puede rechazar la hipótesis nula.

NOTA: estos resultados asumen que las varianzas de las dos muestras son iguales. En este caso, esa suposición parece razonable, con base en los resultados de la prueba-F para comparar las desviaciones estándar. Pueden verse los resultados de esta prueba seleccionando Comparación de Desviaciones Estándar del menú de Opciones Tabulares.

Análisis de resultados

Según análisis estadístico se puede observar que el desarrollo de la muestra 1: R1 (Sistema de cobertura parcial) y la muestra 2: R2 (Sistema de cobertura total) mostraron diferencias notablemente significativas. El sistema de cobertura parcial presentó mayor desarrollo radicular que el sistema establecido en cobertura total en cada una de las semanas, mientras que en el R2 presentó un desarrollo foliar mayor según las mediciones de las variables como tallo, ancho de hoja a la hora de la cosecha, pero el número de hojas fue mayor en el R1 logrando de esta manera un mayor peso a la hora de la cosecha. Las plántulas del sistema de cobertura total fueron cosechadas a las 6 semanas de trasplantadas al sistema, logrando un buen desarrollo y las del sistema R1 se cosecharon a las siete semanas con un peso mayor, siendo así una semana de diferencia a la fecha de cosecha de cada sistema.

Resultado plagas y enfermedades presentes en el cultivo de lechuga (*lactuca sativa L.*).

En la implementación de los dos sistemas hidropónicos planteados se desarrolló un monitoreo detallado dentro del sistema de cobertura parcial para poder evidenciar la incidencia de plagas y enfermedades dentro del cultivo en las cuales se realizó monitoreo dos veces a la semana las cuales se encontraron plagas de gran importancia para el cultivo como insectos transitorios e insectos depredadores.

Pulgones (Aphididae).

Este tipo de insectos causa daños irreversibles a las plantas debido a que se alimenta de la sabia de las hojas causando deformidad y manchas en las plantas.

Incidencia.

La incidencia de pulgones dentro del sistema hidropónico fue menor al 0,5 los cuales se presentaron cuando las lechugas se encontraban en las últimas semanas y el cultivo se encontraba en su etapa de madurez lo cual no ocasionaba ningún daño a las plantas por su baja incidencia.

Control.

No se realizó ningún control para este tipo de plaga por la baja incidencia dentro del cultivo.

Saltamontes o grillos (Grylloidea).

Este tipo de insecto se alimenta principalmente de la savia de plantas jóvenes causando daños dentro de la planta destrozando sus hojas y tallo.

Incidencia.

La incidencia de este tipo de plaga fue muy reducida la cual se presentó en la etapa de desarrollo del cultivo la cual no generó ningún daño dentro del sistema hidropónico.

Control.

No se realizó control dentro del cultivo, si no que se realizó manejo integrado de arvenses a los alrededores del cultivo para así tener un control en la incidencia de esta plaga dentro del cultivo.

Insectos transitorios de menor importancia

- Mosca de la fruta (*Ceratitis capitata*)
- Chinchas (*sphiclyrtus*)

Este tipo de insectos que se encontraron dentro del cultivo de lechuga (*lactuca sativa L*) por ser transitorias no generaron ningún daño dentro del cultivo, por lo cual no se manejó ningún tipo de manejo fitosanitario

Plagas depredadoras

- Araña caramelo (*Enoplognatha ovata*).
- Mariquita azul acero (*halmus chalybeus*).
- Mariquita de san Antonio (*Galerucinae*).

Este tipo de insectos principalmente se encargan de hacer un control biológico dentro de la lechuga (*lactuca sativa L*) atacando principalmente a los pulgones (*Aphididae*) por esta razón son benéficos para este tipo de cultivo.

Conclusiones

Con el establecimiento, seguimientos y evaluación del cultivo hidropónico en dos métodos de producción de lechuga (*Lactuca sativa L.*) en crecimiento homogéneo y ataque de insectos en cobertura total y otro parcial en la vereda Monte Bonito municipio de Pitalito se logra el cumplimiento de la mayoría de los objetivos planteados para el desarrollo del proyecto excepto el de evaluar el crecimiento de las lechugas (*lactuca sativa L.*) en la técnica vertical y piramidal, esto a causa de falta de recursos económicos, la cual se reemplazó por la técnica horizontal en forma de cama NFT, en los sistemas de cobertura parcial y cobertura total, los cuales permitió evaluar el proceso de crecimiento y desarrollo de la lechuga (*lactuca sativa L.*) en hidroponía, mostrando diferencias significativas en cada sistema, tales como número y tamaño de hojas, longitud de tallo y raíz, peso y tiempo a la cosecha.

El desarrollo de las lechugas en el sistema NFT es ideal en ambos sistemas a pesar de sus diferencias, mostrando de esta manera que la nutrición de las plantas y la aplicación de soluciones nutritivas para el desarrollo fisiológico de estas a base de los macronutrientes (g/l) como el C, H, O, N, P, K, Ca, Mg, S, y micronutrientes como el Hierro, Molibdeno, Boro, Zinc, Níquel y Cobre, son los requeridos por las plántulas para lograr un desarrollo exitoso en sistemas hidropónicos.

En cuanto al ataque de plagas se puede concluir que el tipo de cobertura influye en estas, aunque hubo poca incidencia, cabe mencionar que el sistema de cobertura total, por la presencia de malla antitripsDX, fue menor.

Recomendaciones

En base a los resultados obtenidos mediante el desarrollo de este proyecto, se recomienda continuar con la realización de proyectos que permitan investigar sobre diversos métodos que se pueden implementar en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*, L) en hidroponía en sistema NFT los cuales pueden ser muy variados.

A los actuales y futuros productores de lechuga (*Lactuca sativa*, L), es recomendable desarrollar proyectos que permitan determinar los requerimientos del cultivo aplicables a cada zona, pues estos varían según las condiciones climatológicas de la zona en que se pretende implementar estos sistemas.

Para conocer más a fondo el comportamiento de plagas y enfermedades que se pueden presentar en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*, L), se recomienda realizar investigaciones con tamaños de muestras mayores, a escala mayor a la realizada en este proyecto, pues la exposición a estos puede variar cuando los cultivos son establecidos a gran escala.

Bibliografía

- Gutierrez, J. (2011). *produccion hidroponica de lechuga con o sin circulacion de solucion nutritiva* . Obtenido de Instituto de horticultura, departamento de fitotecnia :
<https://www.chapingo.mx/horticultura/pdf/tesis/TESISMCH2011120908126441.pdf>
- Alvarado Chávez, D., Chávez Carranza, F., & Wilhelmina, K. A. (julio de 2001). *produccion de lechugas hidroponicas*. Obtenido de seminario de agronegocios de lechugas hidroponicas :
https://www.academia.edu/11616133/Producci%C3%B3n_de_Lechugas_Hidrop%C3%B3nicas
- LA ROSA VILLARREAL, O. J. (2015). *CULTIVO DE LECHUGA (Lactuca saliva) BAJO CONDICIONES DEL VALLE DEL RÍMAC, LIMA*. Obtenido de UNIVERSIDAD AGRARIA LA MOLINA FACULTAD DE AGRONOMIA:
<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/948/T007353.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Alveal Concha, M. A., & Campos González, K. d. (2014). *Estudio comparativo de sistemas de riego hidropónico y por goteo*. Obtenido de
http://repobib.ubiobio.cl/jspui/bitstream/123456789/797/1/Alveal_Concha_Miguel_Angel.pdf
- Albuja, V., Andrade, J., Lucano C., y Rodríguez M. (2021). Comparativa de las ventajas de los sistemas hidropónicos como alternativas agrícolas en zonas urbanas. *Revista Minerva De Investigación Científica* Vol. 2, N° 4 abril (pp. 45-54) Universidad de las Américas. Quito-Ecuador. <https://minerva.autanabooks.com/index.php/Minerva/article/view/26/141>
- Arano, C. (2007). Hidroponía: algunas páginas de su historia pp. 24-32. <file:///C:/Users/MIPCG/Desktop/LA%20U%20AGRONOMIA%202018/Mi%20grado/documentos/historia%20de%20la%20hidroponia.pdf>
- AVENDAÑO GARCÍA, L. V., & CORTÉS PEÑA, L. F. (2020). *repository.usta.edu.co*. Obtenido de EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE LECHUGA HIDROPÓNICA (LACTUCA SATIVA VAR. CRISPA) EN SUSTRATOS CON APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS PLÁSTICOS PET EN EL MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO, META.:
<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/28123/2020lauraavenda%C5%86o.pdf?sequence=5>
- AVENDAÑO GARCÍA, L. V., & CORTÉS PEÑA, L. F. (2020). *repository.usta.edu.co*. Obtenido de EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE LECHUGA HIDROPÓNICA (LACTUCA SATIVA VAR. CRISPA) EN SUSTRATOS CON APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS PLÁSTICOS PET EN EL MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO, META.:
<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/28123/2020lauraavenda%C5%86o.pdf?sequence=5>

- Beatriz Londoño soto. (02 de Agosto de 2012). *La Ministra de Salud y Protección Social*,. Obtenido de RESOLUCION 2155 DE 2012:
<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/resolucion-2155-de-2012.pdf>
- Beltrano, J., Gimenez, O (2020). Cultivo en hidroponía. *Capítulo 1: Introducción al cultivo hidropónico (p.p.12-14)* Universidad de la Plata.
http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/46752/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Brenes Peralta, L., & Jiménez Morales, M. F. (2014). *Manual de produccion hidroponica para hortalizas de hojas en sistema NTF* . Obtenido de
<https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6581/manual-hidroponia-NFT.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Campos, K., Alveal, M. (2014). Estudio comparativo de sistemas de riego hidropónico y por goteo. Universidad del Bío-Bío. Chile.
http://repopib.ubiobio.cl/jspui/bitstream/123456789/797/1/Alveal_Concha_Miguel_Angel.pdf
- consejo municipal PITALITO HUILA. (2016). *PLAN DE DESARROLLO MUNICIPIO DE PITALITO 2016 - 2019*. Obtenido de
https://www.alcaldiapitalito.gov.co/normatividadvigente/Acuerdo_022-2016.pdf
- CORPOICA. (2016). *Modelo tecnológico para el cultivo de lechuga bajo buenas prácticas agrícolas en el oriente antioqueño. Medellín.* . Obtenido de
<https://conectarural.org/sitio/sites/default/files/documentos/MANUAL%20>
- Cussi, M. (2018). *Determinación del caudal mínimo de riego para la producción óptima de lechuga (Lactuca Sativa L.) En Un Sistema N.F.T. En La Ciudad De El Alto, La Paz.* Bolivia. <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/20162/T-2607.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- DANE., D. A. (2018). *Censo nacional de poblacion y vivienda-CNPV-2018.* . Obtenido de
<https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-nacional-de-poblacion-y-vivenda-2018/h>
- Escuderos, Y., Gálvez, L., Garrido, M., Muñoz , D., Romero, E., Stoute, K., . . . Sevillano , F. (17 de 04 de 2017). *Cultivo Hidropónico*. Obtenido de
<https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/54078244/HIDROPONIA.pdf?1502111029=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DHIDROPONIA.pdf&Expires=1618093559&Signature=gKnRsh61LO10-DPn0pe7ar1FQuuRbCe~xMJ7TxpSs8T5BrPF-2SHzYruziDyjDJqs6Ge4~l~6Sbsw5NIEc7ENHH>
- Escuderos, Y., Gálvez, L., Garrido, M., Muñoz , D., Romero, E., Stoute, K., . . . Sevillano , F. (17 de 04 de 2017). *Cultivo Hidropónico*. Obtenido de

<https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/54078244/HIDROPONIA.pdf?1502111029=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DHIDROPONIA.pdf&Expires=1618093559&Signature=gKnRsh61LO10-DPn0pe7ar1FQuuRbCe~xMJ7TxpSs8T5BrPF-2SHzYruziDyjDJqs6Ge4~l~6Sbsw5NIec7ENHH>

GARCÍA LEIVA , D. A., & ROMERO LÓPEZ, N. R. (2012). *Estudio de factibilidad para exportación de lechuga hidropónica*. Obtenido de <https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/1706/T201.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Gobernacion del huila. (2017). *departamento del huila* . Obtenido de <https://www.huila.gov.co/publicaciones/148/economia/>

Godoy C, P., Zolezzi V., M., Sepúlveda R., P., Estay P., P., & Chacón C., G. (2018). *manual de campo*. Obtenido de Principales plagas y enfermedades en el cultivo de lechuga, tomate y cebolla.: http://200.54.45.229/bitstream/handle/20.500.11944/146443/Manualdecampoprincipalesplagasyenfermedadestomatelechugacebolla_BoIINIA388.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Huila, G. d. (2021). *Mapas del Huila* . Obtenido de <https://www.huila.gov.co/publicaciones/690/mapas-del-huila---69021/>

irigo, a. p. (2010). *“ESTUDIO DE VIABILIDAD DE UN PROYECTO DE PRODUCCIÓN DE LECHUGAS HIDROPÓNICAS EN EL SUDOESTE DE LA PROVINCIA DE CÓRDOBA*. Obtenido de UNIVERSIDAD CATOLICA DE CORDOBA.: http://pa.bibdigital.uccor.edu.ar/53/1/TM_Irigo.pdf

Jiménez Pérez, L. E. (2016). *Efecto de la intensidad lumínica de lámparas LED en la producción de lechuga (Lactuca sativa)*. Obtenido de UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/5409/1/T-UCSG-PRE-TEC-AGRO-68.pdf>

manrique granda, l. f., & Roldan Allasi, a. E. (2012). *respuesta detres varierades de lechuga (lactuca ativa L.) producidas ene un sistema aeroponicobajo condiciones climaticasde campiña arequipa*. Obtenido de universidad catolica santa Maria : <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/UCSM/4461/67.0237.AG.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

mathworks. (2020). *Descripción del producto MATLAB*. Obtenido de https://es.mathworks.com/help/matlab/learn_matlab/product-description.html

min salud. (2012). *RESOLUCION 2155 DE 2012*. Obtenido de <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/resolucion-2155-de-2012.pdf>

- Molina, G. S. (mayo de 2001). *Historia de la hidroponia y de la nutrición vegetal*. Dr. Calderón Laboratorios Ltda. . Obtenido de [http://www.drcalderonlabs.com/Publicaciones/Historia_de_la_Hidroponia/Historia_de_la_Hidroponia.htm#:~:text=En%20Colombia%2C%20los%20cultivos%](http://www.drcalderonlabs.com/Publicaciones/Historia_de_la_Hidroponia/Historia_de_la_Hidroponia.htm#:~:text=En%20Colombia%2C%20los%20cultivos%20)
- Muñoz, E. (2020). *DIAGNÓSTICO, Plan de desarrollo municipal 2020 – 2023. Pitalito (Huila)*. . Obtenido de https://alcaldiapitalito.gov.co/PlanesProgramas/DiagnostivoPDM-2020_2023.pdf
- NTC-ISO, 9. (23 de 09 de 2015). *NORMA ISO 9001 2015*. Obtenido de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Normograma/NORMA%20ISO%209001%202015.pdf>
- pitalito. (2014). *Atlas Ambiental y de la Bioversidad de Pitalito* . Obtenido de https://issuu.com/atlasambientalpitalito/docs/atlas_amb_y_de_la_bdv_pitalito
- Orellana, Y., León, C., Esperanza, E. (2011). "Evaluación de la producción del cultivo hidropónico de 3 variedades de pimiento (*capsicum annum*), bajo invernadero en la solución la Molina. Universidad de Cuenca. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3026/1/tag297.pdf>
- Saavedra , G. (2017). *manual de produccion de lechuga*. Obtenido de intituto de desarrollo agropecuario-institut de investigaciones agropecuaris INIA: http://bibliotecadigital.ciren.cl/bitstream/handle/123456789/29500/INIA_Libro_0051.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- silva Roldan, m. a. (2020). *ESTUDIO COMPARATIVO DE DOS MÉTODOS HIDROPÓNICOS SOBRE EL CULTIVO DE LECHUGA (Lactuca Sativa L.)*. Obtenido de UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS: https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/SILVA%20ROLDAN%20MILTON%20ALFONSO_compressed.pdf
- UNAD. (2013). *univercidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD*. Obtenido de investigacion ECAPMA: https://academia.unad.edu.co/images/escuelas/ecapma/INVESTIGACION/La__investigaci%C3%B3n_en__ECAPMA.compressed.pdf
- vásquez, J. (2015). *Evaluación agronómica de cinco variedades de lechuga (Lactuca sativa L.) en tres ciclos de siembra consecutivos, en San Miguel de la Tigra, San Carlos, Alajuela, C.R. Instituto Tecnológico de Costa Rica*. Obtenido de https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6469/evaluacion_agronomica_cinco_variedades_lechuga.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Anexos.

Anexo 1. Tabla para el control de datos de crecimiento

SEMANA _____

CULTIVO: _____

SISTEMA HIDROPONICO DE SIEMBRA: _____

FECHA: _____

N. DE PLANTAS	TALLO (cm)	RAIZ (cm)	ANCHO DE HOJA (cm)	N. HOJAS	OBSERVACIONES
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					

Anexo 2. tabla para la incidencia de plagas y enfermedades.

Enfermedades				
	Tipo de plaga	Incidencia	control	Observaciones
Semana 1				
Semana 2				
Semana 3				
Semana 4				
Semana 5				
Semana 6				

Plagas				
	Tipo de plaga	Incidencia	control	Observaciones
Semana 1				
Semana 2				
Semana 3				
Semana 4				
Semana 5				
Semana 6				