



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
“DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ”
CARRERA AGRONOMÍA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN COMO REQUISITO PREVIO
PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

**RESPUESTA AGRONÓMICA DEL CULTIVO DE MANÍ
ORGÁNICO (*Arachis hypogaea*) APLICANDO SOLUCIONES
NUTRITIVAS, CANTÓN PAJÁN PROVINCIA DE MANABÍ**

AUTOR

PITA CABRERA CARLOS ARIEL

TUTOR

ING. CALLE ROMERO KLEBER MANUEL, MSc.

GUAYAQUIL – ECUADOR

2024



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
“DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ”
CARRERA AGRONOMÍA

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, ING. CALLE ROMERO KLEBER, MSc, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: **“RESPUESTA AGRONÓMICA DEL CULTIVO DE MANÍ ORGÁNICO (*Arachis hypogaea*) APLICANDO SOLUCIONES NUTRITIVAS, CANTÓN PAJÁN PROVINCIA DE MANABÍ”** realizado por el estudiante **PITA CABRERA CARLOS ARIEL**; con cédula de identidad N° 1317395851 de la carrera INGENIERÍA AGRONÓMICA, Unidad Académica Guayaquil, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

Ing. Calle Romero Kleber, MSc.

Tutor

Guayaquil, 16 de agosto del 2024



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
“DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ”
CARRERA AGRONOMÍA

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: **“RESPUESTA AGRONÓMICA DEL CULTIVO DE MANÍ ORGÁNICO (*Arachis hypogaea*) APLICANDO SOLUCIONES NUTRITIVAS, CANTÓN PAJÁN PROVINCIA DE MANABÍ”**, realizado por la estudiante **PITA CABRERA CARLOS ARIEL**, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

Ing. Fanny Rodríguez Jarama
PRESIDENTE

Ing. Freddy Véliz Piguave.
EXAMINADOR PRINCIPAL

Ing. Darlyn Amaya Márquez.
EXAMINADOR PRINCIPAL

Ing. Kleber Calle Romero, M.Sc.
EXAMINADOR SUPLENTE

Guayaquil, 16 octubre del 2024

DEDICATORIA

A mis padres, cuya infinita sabiduría y amor han sido la guía y el apoyo constante en mi vida.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a Dios y a todas las personas que, de diversas maneras, contribuyeron a la finalización de este proyecto, en especial a mis padres y familiares más cercanos por brindarme su apoyo en todo momento. Le agradezco a la Universidad Agraria del Ecuador por formar profesionales en la técnica del agro; a los docentes quienes compartían sus conocimientos y valores que nos servirán en la vida profesional; a mi tutor Ing. Kleber Calle por ser una excelente persona, por aconsejarme, por enseñarme y guiarme en este proyecto logrado.

Autorización de Autoría Intelectual

Yo **PITA CABRERA CARLOS ARIEL**, en calidad de autor del proyecto realizado, sobre **“RESPUESTA AGRONÓMICA DEL CULTIVO DE MANÍ ORGÁNICO (*Arachis hypogaea*) APLICANDO SOLUCIONES NUTRITIVAS, CANTÓN PAJÁN PROVINCIA DE MANABÍ”**, para optar el título de **INGENIERÍA AGRONÓMICA**, por la presente autorizo a la **UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación. Los derechos que como autora me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Guayaquil, 22 de octubre del 2024

PITA CABRERA CARLOS ARIEL
C.I. 1317395851

RESUMEN

La técnica del fertirriego permite la suministración del fertilizante de manera eficaz, acorde a las necesidades nutricionales de la planta, facilitando una mayor asimilación de nutrientes, además de permitir la reducción del agua y costos de producción alcanzando así una mayor ganancia y rendimiento. Este proyecto de investigación se realizó en la parroquia Guale, perteneciente al cantón Paján de la provincia de Manabí. La finalidad de esta investigación se basó en determinar la respuesta agronómica del cultivo de maní (*Arachis hypogaea*) mediante la aplicación de soluciones nutritivas. El estudio se realizó entre abril y agosto del presente año, realizando la comparativa entre la fertilización a través del fertirriego y fertilización en drench, en las cuales se evaluaron las variables: altura de planta, número de capsulas por plantas, número de granos por capsulas, peso de 100 granos, productividad y análisis económico. Para la comparativa se utilizó la prueba de Wilcoxon para muestras independientes, debido a que los datos no cumplieron con la prueba de normalidad. Siendo el T2 superior en todas las variables, destacando el rendimiento alcanzado de 1538.5 kg/ha seguido por el rendimiento del T1 (drench) de 1302.25 kg/ha con una diferencia de 236.25 kg siendo esto un equivalente del 16.64% de diferencia. Este incremento se deriva de la eficiencia en la aplicación de los fertilizantes, ya que estos se distribuyen de manera uniforme, asimismo facilitan la absorción de nutrientes debido a que estos son aplicados directamente a las raíces. Por esto se recomienda la implementación de un sistema de fertirrigación.

Palabras clave: *Absorción, eficiencia, fertirriego, producción, raíces*

ABSTRACT

The fertigation technique allows the supply of fertilizer in an efficient way, according to the nutritional needs of the plant, facilitating a greater assimilation of nutrients, in addition to allowing the reduction of water and production costs, thus achieving a higher profit and yield. This research project was carried out in the parish of Guale, in the Paján canton of the Province of Manabí. The purpose of this research was to determine the agronomic response of the peanut crop (*Arachis hypogaea*) by applying nutrient solutions. The study was carried out between April and August of this year, comparing fertilization through fertigation and drench fertilization, in which the following variables were evaluated: plant height, number of capsules per plant, number of grains per capsule, weight of 100 grains, productivity and economic analysis. The Wilcoxon test for independent samples was used for the comparison, since the data did not comply with the normality test. T2 was superior in all variables, highlighting the yield of 1538.5 kg/ha followed by the yield of T1 (drench) of 1302.25 kg/ha with a difference of 236.25 kg, which is an equivalent of 16.64% difference. This increase is derived from the efficiency in the application of fertilizers, since they are distributed uniformly, and also facilitate the absorption of nutrients because they are applied directly to the roots. For this reason, the implementation of a fertigation system is recommended.

Key words: *Absorption, efficiency, fertigation, production, roots.*

ÍNDICE GENERAL

PORTADA	I
APROBACIÓN DEL TUTOR	II
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	III
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
Autorización de Autoría Intelectual	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT.....	viii
ÍNDICE GENERAL.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
1. INTRODUCCIÓN	16
1.1 Antecedentes del problema.....	16
1.2 Planteamiento y formulación del problema	17
<i>1.2.1 Planteamiento del problema.....</i>	<i>17</i>
<i>1.2.2 Formulación del problema.....</i>	<i>17</i>
1.3 Justificación de la investigación	18
1.4 Delimitación de la investigación	18
1.5 Objetivo general	19
1.6 Objetivos específicos.....	19
1.7 Hipótesis	19
2. MARCO TEÓRICO	20
2.1 Estado del arte.....	20
2.2 Bases teóricas	22
<i>2.2.1 Taxonomía del maní</i>	<i>22</i>
<i>2.2.2 Origen del maní.....</i>	<i>23</i>
<i>2.2.3 Maní en el Ecuador.....</i>	<i>23</i>
<i>2.2.4 Producción orgánica en Ecuador.....</i>	<i>23</i>
<i>2.2.5 Variedad INIAP 380 Criollo.....</i>	<i>23</i>
<i>2.2.6 Fenología del cultivo</i>	<i>24</i>
<i>2.2.7 Características morfológicas.....</i>	<i>24</i>
2.2.7.1. Raíces	24
2.2.7.2. Tallos	24

2.2.7.3. Hojas	25
2.2.7.4. Flores	25
2.2.7.5. Vainas	25
2.2.8 Condiciones edafoclimáticas	25
2.2.9 Requerimientos nutricionales	25
2.2.10 Cosecha del maní	26
2.2.11 Análisis de suelo	26
2.2.12 Análisis de agua	26
2.2.13 Requerimientos hídricos.....	27
2.2.14 Riego.....	27
2.2.15 Diseño de sistema de riego	27
2.2.15.1. Diseño agronómico	27
2.2.15.2. Diseño hidráulico.....	28
2.2.16 Sistema de bombeo.....	28
2.2.17 Sistema de filtrado.....	28
2.2.18 Riego por goteo	28
2.2.19 Drench	29
2.2.20 Fertirriego.....	29
2.2.20.1. Ventajas del fertirriego	29
2.2.20.2. Desventajas del fertirriego.....	29
2.2.21 Programación de fertirriego en los cultivos.....	29
2.2.22 Fertilizantes.....	30
2.2.22.1. Macronutrientes.....	30
2.2.22.2. Micronutrientes.....	30
2.2.22.3. Fertilizantes orgánicos.....	30
2.2.22.4. Fertilizantes químicos	30
2.2.23 Fertilizantes para el fertirriego	31
2.2.24 Inyector Venturi	31
2.2.25 Aplicación de la solución.....	31
2.3 Marco legal.....	31
2.3.1 Constitución de la República del Ecuador	31
2.3.3 Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria.....	32
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	33
3.1 Enfoque de la investigación	33

3.1.1 Tipo de investigación	33
3.1.2 Diseño de investigación.....	33
3.2 Metodología	33
3.2.1 Variables.....	33
3.2.1.1. Variable independiente	33
3.2.1.2. Variable dependiente.....	33
3.2.2 Tratamientos	34
3.2.3 Diseño experimental.....	34
3.2.4 Recolección de datos	34
3.2.4.1. Recursos	34
3.2.4.2. Métodos y técnicas.....	35
3.2.5 Análisis estadístico	41
3.2.5.1. Análisis funcional	42
3.2.5.1. Hipótesis estadística	42
4. RESULTADOS.....	43
4.1 Diseño e implementación del sistema de fertirrigación para un sistema de riego por goteo en el cultivo de maní (<i>Arachis hypogaea</i>).....	43
4.1.1 Diseño del sistema de riego	43
4.1.1.1. Determinación de evapotranspiración del cultivo	43
4.1.1.2. Diseño agronómico del cultivo.....	43
4.1.1.3. Diseño físico del sistema de riego	44
4.1.1.4. Diseño hidráulico.....	44
4.1.1.5. Programación de riego por etapas fenológicas	45
4.1.1.6. Plan de fertilización	45
4.2 Descripción del mejor método para la aplicación de soluciones nutritivas para el cultivo de maní.....	47
4.2.1 Altura de la planta (cm).....	47
4.2.2 Número de capsulas por plantas (n).....	47
4.2.3 Número de granos por cápsulas (n)	48
4.2.4 Peso de 100 granos (n)	48
4.2.5 Productividad (Kg).....	49
4.3 Estimación de la viabilidad económica de cada tratamiento mediante la relación beneficio/costo.	50
4.3.1 Costo del sistema de riego y fertirrigación	50

<i>4.3.2 Depreciación del sistema de riego en el tiempo usado</i>	50
<i>4.3.3 Costos fijos para la producción de maní por hectárea</i>	51
<i>4.3.4 Análisis económico relación beneficio/costo</i>	51
5. DISCUSIÓN	53
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	55
6.1 Conclusiones	55
6.2 Recomendaciones	55
BIBLIOGRAFÍA	57
ANEXOS	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Tratamiento por evaluar</i>	34
Tabla 2. <i>Delimitación de las parcelas experimentales</i>	34
Tabla 3. <i>Comparación de los tratamientos</i>	42
Tabla 4. <i>Evapotranspiración del cultivo por etapas fenológicas</i>	43
Tabla 5. <i>Parámetros del diseño agronómico</i>	43
Tabla 6. <i>Diseño agronómico</i>	44
Tabla 7. <i>Diseño hidráulico del sistema de riego</i>	45
Tabla 8. <i>Programación de riego por etapas fenológicas</i>	45
Tabla 9. <i>% de nutrientes por etapas fenológicas</i>	46
Tabla 10. <i>Kilogramos de fertilizantes de cada etapa fenológica</i>	46
Elaborado por: El autor, 2024.....	46
Tabla 11. <i>Fraccionamiento en intervalo de aplicación para drench</i>	46
Tabla 12. <i>Fraccionamiento en intervalo de aplicación para fertirriego</i>	47
Tabla 13. <i>Datos del inyector Venturi</i>	47
Tabla 14. <i>Altura de planta (60 días)</i>	47
Tabla 15. <i>Número de capsulas por planta</i>	48
Tabla 16. <i>Número de granos por cápsulas</i>	48
Tabla 17. <i>Peso de 100 granos</i>	49
Tabla 18. <i>Productividad</i>	49
Tabla 19. <i>Costo del sistema de riego y fertirrigación</i>	50
Tabla 20. <i>Costos fijos para la producción de maní por hectárea</i>	51
Tabla 21. <i>Análisis económico relación B/C</i>	52
Figura 13. <i>Peso de 100 granos</i>	68

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Georreferenciación del área de estudio</i>	62
Figura 2. <i>Croquis del experimento</i>	62
Figura 3. <i>Análisis de suelo</i>	63
Figura 4. <i>Estación de Portoviejo</i>	63
Figura 5. <i>Eto de referencia</i>	64
Figura 6. <i>Análisis de varianza de altura de la planta a los 60 días</i>	64
Figura 7. <i>Altura de plantas a los 60 días</i>	65
Figura 8. <i>Análisis de varianza de número de cápsulas por planta</i>	65
Figura 9. <i>Cápsulas por plantas</i>	66
Figura 10. <i>Análisis de varianza de número de granos por vaina</i>	66
Figura 11. <i>Granos por vainas</i>	67
Figura 12. <i>Análisis de varianza de peso de 100 granos</i>	67
Figura 13. <i>Peso de 100 granos</i>	68
Figura 14. <i>Preparación del terreno</i>	68
Figura 15. <i>Compra de materiales</i>	69
Figura 16. <i>Zanja para tubería principal</i>	69
Figura 17. <i>Orificios para conexión con cintas de riego</i>	70
Figura 18. <i>Unión de tuberías</i>	70
Figura 19. <i>Elaboración de la estructura del sistema Venturi</i>	71
Figura 20. <i>Sistema de filtrado</i>	71
Figura 21. <i>Cintas de riego</i>	72
Figura 22. <i>Semillas de maní variedad INIAP 381-Rosita</i>	72
Figura 23. <i>Siembra del cultivo de estudio</i>	73
Figura 24. <i>Diseño del sistema de riego</i>	73
Figura 25. <i>Cultivo con 15 días</i>	74
Figura 26. <i>Control de malezas</i>	74
Figura 27. <i>Fertilización en drench</i>	75
Figura 28. <i>Esquema de funcionamiento del Inyector Venturi</i>	75
Figura 29. <i>Inyección de las soluciones nutritivas</i>	76
Figura 30. <i>Presión de operación</i>	76
Figura 31. <i>Aparición de primer flores (20 días)</i>	77
Figura 32. <i>Cultivo a los 2 meses de edad</i>	77
Figura 33. <i>Revisión de vainas a los 90 días</i>	78

Figura 34. <i>Cosecha del maní</i>	78
Figura 35. <i>Longitud de vaina del T1 (3mm)</i>	79
Figura 36. <i>Longitud de vaina del T2 (4.5mm)</i>	79
Figura 37. <i>Peso de 100 granos</i>	80
Figura 38. <i>Visita del tutor guía</i>	80

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes del problema

En el Ecuador el riego es de gran importancia para la Agricultura, sectores productivos y económicos del país están entrelazados con la producción de alimentos, la agroindustria y la soberanía alimentaria. Además, el riego propone mejorar o incrementar la producción agropecuaria y mejorar las condiciones socio económicas de los agricultores del país (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica [MAATE], 2021).

En el 2022 la superficie cultivada bajo riego en Ecuador se estima que fue de 26.5% la cual representa una superficie de un millón 256 hectáreas regadas, las técnicas de riego más eficientes en el país comprenden cerca de 600 mil hectáreas las cuales 567 mil pertenecen a sistemas de aspersión, 31 mil hectáreas pertenecen a sistemas de riego localizado y 1.5 mil a sistemas nebulizados. Las hectáreas que aún se riegan bajo la metodología por gravedad son aproximadamente 616 mil (Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua [ESPAC], 2023).

En Ecuador la siembra de maní se establece como un cultivo de suma importancia. Sin embargo, su producción estimada es de 643 a 989 kg/ha⁻¹ siendo producciones bajas que no abastecen el consumo interno, esta mala productividad se debe a la falta de conocimiento por parte de los maniseros, por ende, es indispensable la investigación de esta leguminosa (Bello et al., 2023).

En Manabí el maní orgánico en los últimos años tuvo un aumento considerable con respecto a las superficies cultivadas, para el 2019 tuvo 3427 hectáreas sembradas. Este aumento se debe a que los agricultores han optado asociarse para adquirir la certificación orgánica de Agrocalidad y aquello ha conllevado a formar emprendimientos con dicho producto, el riego por goteo puede ser una opción viable para dicho cultivo satisfaciendo sus necesidades hídricas y permitiendo aplicar la cantidad necesaria de agua.

La producción de maní no abastece la demanda de 4000 quintales al año que requiere Europa, únicamente se logra obtener una producción aproximada de unos 700 quintales por año, la falta de tecnificación se torna una problemática debido a que se carece de sistemas de riego los cuales podrían facilitar cultivar durante todo el año y así poder cumplir con la demanda requerida.

El presente estudio se realizó en la parroquia Guale perteneciente al cantón Paján en un área de 1600 m² con una duración de seis meses, se anhela contribuir con información a los agricultores acerca de la suministración de soluciones nutritivas orgánicas. Donde se efectuó un análisis beneficio/costo, para la elección del mejor tratamiento.

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

Los sistemas de riego afrontan desafíos mundiales como la escasez de agua, ineficiencia, precios elevados de los materiales, entre otros. Asimismo, la falta de tecnificación, sumado a los innumerables cambios climáticos que atraviesa el planeta crea un ambiente desfavorable para la implementación a estos sistemas en los cultivos.

En Ecuador la siembra de maní es una actividad agrícola importante para las familias, en especial para las provincias de Manabí, Esmeraldas, y Guayas. Esta leguminosa es cultivada por pequeños agricultores y es utilizada tanto para consumo interno como para exportación. Sin embargo, la demanda para la elaboración de productos derivados de dicho cultivo, indica que la producción anual obtenida es insuficiente.

El cantón Paján cuenta con Asoprocam es una asociación de productores de maní orgánico, esta dispone de 120 socios y tiene como una de sus principales actividades la exportación de maní orgánico a la Unión Europea (Ministerio de Agricultura y Ganadería [MAG], 2020).

La demanda requerida por parte de la Unión Europea es de 4000 quintales al año. Sin embargo, solo se logra obtener una producción aproximada de 700 quintales por año, esto se debe a que los agricultores de forma tradicional cultivan esta leguminosa en época invernal, la falta de tecnificación en la zona se torna una problemática, debido a que se carece de sistemas de riegos tecnificados que provean al cultivo la suministración óptima y cantidad necesaria del agua, ya que la zona presenta limitaciones del recurso hídrico. Además, de permitir a los agricultores poder cultivar durante todo el año y así contribuir en aumentar la producción para satisfacer la demanda requerida.

1.2.2 Formulación del problema

¿El efecto del fertirriego en el sistema de producción aumentará la productividad en el cultivo de maní?

1.3 Justificación de la investigación

Los productores de Asoprocam no son los únicos en producir maní orgánico, Manabí en los últimos años tuvo un aumento considerable en función a la superficie cultivada en algunas de sus cantones. Lo cual demuestra que en el año 2017 y el, la superficie cultivada se mantuvo en 2742 hectáreas. A diferencia del 2019 el cual aumento a 3427 hectáreas. La Prefectura de Manabí afirma que este aumento se debe a que los agricultores, han optado asociarse para adquirir la certificación orgánica de Agrocalidad y aquello ha conllevado a formar emprendimientos con dicho producto (Espinosa, 2019).

El suministrar fertilizantes a los cultivos por medio del agua de riego es una técnica agrícola denominada fertirriego que logra potenciar los rendimientos del cultivo y tener una mayor eficiencia en el uso de los fertilizantes. Asimismo, el riego por goteo es eficaz tanto para cultivo de maní, como para la zona de Paján, debido a que este es suministrado directamente a las raíces permitiendo un riego localizado, el cual genera una mayor asimilación del agua o nutrientes. Además, de recibir la cantidad necesaria de agua, debido a la escasez hídrica que presenta esta zona, conociendo esta metodología de riego se mantuvo una estabilidad tanto hídrica como de nutrientes, lo que permitió mejorar la producción del cultivo de maní en el cantón Paján.

Este trabajo tuvo como objetivo conocer un sistema de fertirriego viable para los pequeños y medianos productores de maní, se planteó que los agricultores conozcan el análisis beneficio/costo, para que pueda llevar a cabo la implementación de este sistema permitiendo incrementar la producción y poder acercarse a la demanda requerida.

1.4 Delimitación de la investigación

- **Espacio:** El presente trabajo se efectuó en la parroquia Guale perteneciente al cantón Paján de la provincia de Manabí con las coordenadas (UTM X 585329, -Y 9818740).
- **Tiempo:** Este estudio tuvo un periodo de duración de seis meses.
- **Población:** Este trabajo va dirigido a las principales zonas del cantón Paján, productoras del cultivo de maní orgánico.

1.5 Objetivo general

Evaluar la respuesta agronómica del cultivo de maní (*Arachis hypogaea*) bajo condiciones de fertirriego y fertilización en drench, cantón Paján provincia de Manabí

1.6 Objetivos específicos

- Diseñar e implementar el sistema de fertirrigación para un sistema de riego por goteo en el cultivo de maní (*Arachis hypogaea*).
- Determinar el mejor método para la aplicación de soluciones nutritivas para el cultivo de maní.
- Estimar la viabilidad económica de cada tratamiento mediante la relación beneficio/costo.

1.7 Hipótesis

La técnica de fertirrigación en el cultivo de maní incrementa la producción a diferencia de la metodología de fertilización Drench.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Estado del arte

Ladines (2023) en una investigación que realizó con la comparativa entre los dos tratamientos uno con fertirriego y uno con fertilización convencional. Para la comparación de los tratamientos se utilizó la tabla T- student a través de la media. Se obtuvo un resultado de rendimiento en el T2 (fertirriego) de 8358.04 kg (8358 ton/ha) seguido por el rendimiento del T1 (convencional) de 8024.48 kg (8024 ton/ ha), los resultados de los rendimientos obtenidos fueron similares con una pequeña diferencia siendo el tratamiento con fertiirrigación superior al convencional. Se concluye que el método de fertirriego al implementarlo en el cultivo de maíz aumentó el rendimiento sobre la fertilización convencional con una diferencia del 4%, en otras palabras, con el método de fertirriego se obtuvo 333.53 kg/ha más que el método convencional, siendo esta la mejor técnica de fertilización debido a su eficiencia en la productividad.

Zambrano (2020) realizó una investigación en el recinto San Jacinto, cantón Palenque, evaluó diferentes biofertilizantes en la producción de dos variedades de maní (*Arachis hypogaea L.*). Empleó un diseño experimental de bloques completo al azar (DBCA) con arreglo factorial (A*B+2) (factor A: variedades de maní y factor B: biofertilizantes) donde se usó seis tratamientos y dos testigos con tres repeticiones. Se utilizó el análisis (ANDEVA) para la valoración estadística se utilizó la prueba de Tukey al 5% de probabilidad. En este estudio el T2 (INIAP-383 variedad pintado con humus) con 1055.19 kg ha⁻¹ obtuvo el valor más alto de rendimiento a diferencia T3 (INIAP-383 variedad pintado con micorrizas) con 950.69 kg ha⁻¹; la mayor relación costo/beneficio fue T2 (INIAP-383 variedad pintado con humus) con \$1.08 y el menor costo/beneficio T3 (INIAP-383 variedad pintado con micorrizas) con \$0.98. De acuerdo con los resultados obtenidos, se observó que el biofertilizante que sobresale en el cultivo de maní es el humus a diferencia de los demás.

Valdivieso et al. (2021), mencionan que en un estudio acerca de influencia de las láminas de riego en el cultivo de maní manifestó diferencias significativas dentro de las variables productivas tales como el número de vainas planta⁻¹, número de granos planta⁻¹ y rendimiento Kg ha⁻¹, mientras que en la variable biomasa de 100 semillas no mostró alguna diferencia. El cultivo de maní bajo el

efecto de las láminas de riego localizado con la aplicación del 75% ET0 mostró ser superior a nivel económico, productivo, y eficiente con el uso del agua.

Mora et al. (2019), afirman en una investigación que se realizó en el cantón Paltas, con el objetivo de evaluar el efecto de la aplicación de compost; bocashi; humus; gallinaza; testigo agricultor y fosfoestiercol en el rendimiento del cultivo de maní, el mayor rendimiento alcanzado fue el fosfoestiercol con una producción de 1713.7 kg ha⁻¹, seguido de la gallinaza con un valor de 1 688.8 kg ha⁻¹ y el humus con un valor de 1626.3 kg ha⁻¹; los demás tratamientos a base de compost el rendimiento es de 1571.3 kg ha⁻¹; el Bokashi con 1351.3 kg ha⁻¹; por último el testigo alcanzó una producción inferior a todos de 991.3 kg ha⁻¹. Esto se debe a la aplicación de los abonos sólidos.

Cedeño (2023) en una investigación ejecutada en el cantón El Carmen evaluó la respuesta productiva del cultivo de maní (*Arachis hypogaea* L.) en niveles de nitrógeno, fósforo y potasio, empleó un diseño de bloques completo al azar (DBCA), estableciendo un total de 11 tratamientos con tres repeticiones cada uno, de los cuales se obtienen 33 unidades experimentales, bajo el uso de niveles de N, P y K; los datos alcanzados en relación con los promedios fueron comparados con la prueba de tukey al 5% de probabilidad; las dosis de los niveles determinados fueron; para el nitrógeno: 0, 40, 80 y 120 kg ha⁻¹ para el fósforo: 0, 40, 80 y 120 kg ha⁻¹ y para el potasio: 0, 25, 50 y 75 kg ha⁻¹; las variables fueron altura de planta, número de nudos, hojas y flores por plantas, además del número de cápsulas por planta y el rendimiento del cultivo por hectárea. Los resultados obtenidos decretaron que no existió diferencias significativas ($p > 0.05$ para las variables agronómicas del cultivo, en cuanto al rendimiento del cultivo si hubo diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los tratamientos siendo el de dosis media de N 80 kg ha⁻¹, alta de P 80 kg ha⁻¹ y baja de K 25 kg ha⁻¹ tuvo un mayor promedio que los demás tratamientos alcanzando 5822.22 kg ha⁻¹.

Huerta et al. (2024), en una investigación en la Escuela Agrícola evaluó la productividad del maní (*Arachis hypogaea* L.) con fertilizantes orgánicos, menciona que el humus de lombriz y el estiércol bovino son dos tipos de fertilizantes orgánicos considerablemente utilizados debido a sus beneficios para las plantas y el suelo. En este proyecto se aplicó un diseño experimental factorial (2x4) con ocho tratamientos y tres repeticiones, evaluando altura de planta, vainas por planta, masa de semillas y rendimiento. Los resultados

obtenidos mostraron diferencias significativas en la mayoría de las variables del estudio con las distintas dosis de fertilizante, alcanzando un rendimiento con estiércol bovino de 2176.33 kg ha⁻¹ y con humus de lombriz 2355.25 kg ha⁻¹, y un máximo fisiológico de 30 vainas por planta con 4.85 kg.m² de fertilizante. Se finiquitó que el estiércol bovino y el humus de lombriz a razón de 3.23 kg.m² benefician el desarrollo y la productividad del cultivo de maní

Según Bigatton et al. (2020) en una investigación realizada en campo en el Estado de Córdoba, utilizó microorganismos asociados a la rizosfera de la planta (RPCP), estos pueden incitar el crecimiento de las plantas directa o indirectamente. *Pseudomonas* y *Bacillus* son los géneros más importantes incluidos en esta clasificación. Primeramente, se aislaron cepas nativas de los géneros *Pseudomonas* y *Bacillus* de suelos de cultivo de maní y luego se caracterizaron. Se sembró el cultivar Granoleico para evaluar el efecto de los RPCP sobre las variables de crecimiento. Los resultados indicaron un efecto positivo de promover el crecimiento a través del RPCP. Para *Pseudomonas* spp., la cepa 001 incrementó el rendimiento en un 50% respecto al tratamiento control (sin microorganismos) y el 82% de los granos producidos se clasificaron como granos de confitería (+8% respecto al control, sin microorganismos). Para las cepas 002 y 001 de *Bacillus* spp., el rendimiento aumentó un 42% y un 20%, respectivamente, y el 80% y el 80.1% de los granos producidos se clasificaron como granos de confitería.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Taxonomía del maní

De acuerdo a Integrated Taxonomic Information System (ITIS, 2023) el maní presenta la siguiente clasificación taxonómica:

Reino: Plantae

División: Tracheophyta

Subdivisión: Spermatophytina

Clase: Magnoliopsida

Superorden: Rosanae

Orden: Fabales

Familia: Fabaceae

Género: *Arachis*

Especie: *A. hypogaea* L.

Nombre común: Maní, cacahuate.

2.2.2 Origen del maní

El origen del maní durante varios años era desconocido, su origen se atestiguaba ser en el continente africano o asiático. Sin embargo, la suposición de su origen más aceptada se da en Sudamérica, entre los países de Bolivia y Argentina, esta oleaginosa presenta una alta diversidad para este continente, pues, se utiliza en varias manufacturas de la región tales como, agricultura, alimentación, ganadería e industria farmacéutica. Además, este grano aporta con grasas saludables, vitaminas, antioxidantes, proteínas y vitaminas, que son importantes para la alimentación (Montero, 2020).

2.2.3 Maní en el Ecuador

Aunque el maní en el país dispone de una gran demanda tanto como para la exportación o para consumo interno de productos, ya sean procesados o elaborados como: dulces o mezclas con chocolates. El maní presenta un bajo rendimiento, a diferencia de países de Sudamérica o Estados Unidos los cuales utilizan germoplasma transgénico o cuentan con una mayor tecnificación en el cultivo, además, el cultivo en el país ha perdido interés agrícola debido a su susceptibilidad ante enfermedades fúngicas, también la falta de tecnificación en el cultivo por parte de entes gubernamentales la productividad nacional no alcanza a cubrir la demanda interna (Vera et al., 2023).

2.2.4 Producción orgánica en Ecuador

En Ecuador las entidades encargadas de la certificación de productos orgánicos, acreditados por el SAE, maniobran en la nación bajo la norma NTE INEN ISO/IEC 17065 y están inscritos ante la autoridad nacional competente que es Agrocalidad. Entre las principales acreditaciones encontramos la certificación de productos vegetales orgánicos no transformados; semillas y material de reproducción orgánico; procesamiento de productos orgánicos para alimentación humana, esta certificación ha facilitado la exportación, siendo sus principales mercados Estados Unidos y la Unión Europea (Servicio de Acreditación Ecuatoriana [SAE], 2017).

2.2.5 Variedad INIAP 380 Criollo

Esta variedad proviene del país vecino Perú y fue introducida a nuestro país a través del ICRISAT (Internacional Crops Research Institute for the Semiarid Tropics). Este material genético presenta un alto rendimiento, y tolerancia a una

de las enfermedades más devastadoras como lo es Cercosporiosis. Tiene un crecimiento semierecto, su ciclo vegetativo ostenta un periodo de 100 a 110 días después de la siembra, la altura de esta planta es de 40 a 50 cm, en cada una se desarrollan entre 10 a 25 vainas. Las capsulas contienen de tres a cuatro semillas de color morado, tamaño mediano, con pesos entre 55 y 70 gramos por 100 granos (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias [INIAP], 2005).

2.2.6 Fenología del cultivo

La fenología del cultivo de maní se divide en dos etapas: etapa vegetativa (V) y etapa reproductiva (R).

Fase vegetativa

- V_E emergencia
- V_0 cotiledonar
- V_1 primer tetratofio
- V_n enésimo tetrafolio

Fase reproductiva

- R_1 Comienzo de floración
- R_2 Comienzo de enclavado
- R_3 Comienzo de formación de vainas
- R_4 Vaina completa
- R_5 Comienzo del llenado de semillas
- R_6 Semilla completa
- R_7 Comienzo de madurez
- R_8 Madurez de cosecha
- R_9 Vaina sobre madura (Pallo, 2021).

2.2.7 Características morfológicas

2.2.7.1. Raíces

El sistema radicular está constituido por una raíz principal pivotante la cual puede llegar a medir hasta 1.30 m de profundidad y numerosas raíces laterales. Tiene la capacidad de desarrollar raíces adventicias a partir del tallo, sobre las ramas que crecen a través del suelo e incluso sobre los pedúnculos florales (Monroy, 2012).

2.2.7.2. Tallos

El tallo principal y ramificaciones son siempre herbáceas su fluctúa una altura entre los 50 a 70 cm de longitud según la variedad, este puede ser erecto o

rastrero ligeramente peloso, de color verde claro u oscuro o en ocasiones purpura (Monroy, 2012).

2.2.7.3. Hojas

Las hojas del maní son pinnadas y opuestas, de color verde oscuro o verde claro, ostentan de cuatro folíolos elípticos, ovals o redondeadas, no obstante, algunos cultivares pueden llegar a tener de seis a siete folíolos, las hojas son apoyados sobre un peciolo de 4 a 10 cm de longitud (Lifeder, 2020).

2.2.7.4. Flores

Las flores surgen en los nudos reproductivos y se colocan en posición axilar sobre una espiga con tres o cinco flores. Cada flor de 8-10 mm muestra un cáliz agudo de 4-6 mm, corola de color amarillo, oblongas y estandarte abierto de diferente tamaño (Lifeder, 2020).

2.2.7.5. Vainas

Sus frutos son unas vainas que se encuentran enterradas de 5 a 10 cm de profundidad, contiene de uno a cinco semillas. Su color es café amarillento con bordes prominentes reticulados, dentro se encuentran de uno a cuatro semillas de color rojo claro o rojo oscuro (Lifeder, 2020).

2.2.8 Condiciones edafoclimáticas

Según el INIAP (2014) menciona que para la provincia de Manabí las condiciones edafoclimáticas, tales como las precipitaciones deben ser 400 mm a 600mm durante el ciclo del cultivo, una temperatura que oscile entre 25°C y 30°C, altitud de 1250 msnm, los suelos idóneos son franco arenoso o franco limoso y un pH de 6.0 a 7.

2.2.9 Requerimientos nutricionales

Por su parte López, citado por Cedeño (2023), menciona que el cultivo de maní extrae 44 kg de N, 4 kg de P y 11 kg de K. Para una cosecha de 1.5 toneladas de maní se recomienda reponer 105 kg/ha de N, 15 kg/ha de P, 42 kg/ha de k y 27 kg/ha de Ca.

Los requerimientos nutricionales del maní se fraccionan por las etapas fenológicas, la cantidad de nutrientes necesarios en la etapa de emergencia es mínima, representa el 5-13% de N, P y K durante todo el ciclo. En la etapa de floración aumenta de forma considerable, y la cantidad necesaria de (N) representa el 17%, la de (P) el 22.6% y la de (K) representa un 22.3%, la etapa de clavado es el período más vigoroso para el crecimiento vegetativo y

reproductivo, pues se forman un gran número de vainas y es también el período en el que más nutrientes se absorben, requiere un 42% de (N), 46% de (P) y 60% de (K). La absorción nutriente decrece gradualmente en la etapa de madurez, la absorción de (N) representa el 28%, 22% (P) y 7% (K) (Compo Expert, 2020).

2.2.10 Cosecha del maní

Las plantas de maní deben ser arrancando del suelo, el momento adecuado es cuando entre el 60 y el 70% de las vainas presenten una coloración oscura en la parte interior de la cascara, su humedad al momento de esta práctica oscila entre 35 y 45%, lo cual es necesario reducirla entre el 8 y 10% mediante la exposición en el campo, los días para el secamiento dependerán de la intensidad del sol, pero ondean entre cuatro a seis días. El descapotado o despicado, es una actividad que consiste en separar las vainas de la planta cuando estas tengan una humedad de 18 y 22%; luego se procede a descascarar, utilizando máquinas descascaradoras o peladoras de maní (Pedelini y Monetti, 2022).

2.2.11 Análisis de suelo

Conocer las propiedades físicas de los suelos es importante, esta tiene influencia en la capacidad de almacenamiento e infiltración del agua, aireación, fuerza de sostenimiento, facilidad de penetración de raíces, retención de nutrientes, entre otros. Para efectuar un análisis de propiedades o características físicas del suelo es factible incorporar variables como, porosidad, textura del suelo, densidad, estructura, etc. Que, por ejemplo, permitirá conocer los efectos que podría generar en las plantas tener un suelo compactado, el cual presentará un menor crecimiento radical, menor absorción o capacidad de almacenamiento del agua (Leanne y Urriola, 2020).

2.2.12 Análisis de agua

El análisis de agua para riego consiste en conocer los efectos que el agua pueda tener en el suelo, repercutiendo así en la planta e interfiriendo en el normal desarrollo de esta, además, de afectar la productividad de los frutos. En este análisis se deberá determinar la salinidad, la dureza, sodicidad, alcalinidad o de nutrientes que disponga, entre otras características. Además, permite conocer la aportación de nutrientes que se realiza al cultivo a través del riego y las características de éste, lo que ayuda a realizar programas de fertilización adecuados (Martín, 2021).

2.2.13 Requerimientos hídricos

Los requerimientos hídricos de los cultivos tienen relación con el clima, (Kc), suelo, fases del cultivo y entre otros factores. El conocimiento de este es indispensable para proporcionar la cantidad de agua necesaria para satisfacer sus necesidades requeridas. Una suministración inadecuada conlleva a un estrés hídrico de la planta y con ello, una disminución de la producción (Tarazona et al., 2022).

2.2.14 Riego

El cultivo de maní no es exigente en lo que respecta a los requerimientos hídricos, ya que tolera sequías, además, dispone de un sistema radicular muy desarrollado que le permite la búsqueda de agua en profundidad. Para un mayor uso del recurso hídrico y maximizar los rendimientos se requiere un adecuado nivel de humedad durante todo el ciclo, esto se logra con la aplicación de diferentes láminas de agua por cada estado de las plantas.

El ciclo del cultivo se lo puede dividir en cuatro estados:

- 1- Germinación.
- 2- Crecimiento vegetativo.
- 3- Desarrollo reproductivo.
- 4- Madurez a cosecha.

Lo cual es muy importante conocer la exigencia hídrica por cada estadio del cultivo, sistemas presurizados son ideales para este cultivo (Pedelini y Monetti, 2018).

2.2.15 Diseño de sistema de riego

El diseño de un sistema de riego requiere buen conocimiento del cultivo, las condiciones del campo, el suelo y el agua, es un trabajo complejo debido a la gran cantidad de factores que intervienen en el proceso. De esta manera su estudio comienza con el cálculo de las necesidades de riego, que de forma resumida trata de conocer el consumo de agua necesario por los cultivos en la época de mayor necesidad (Sela, 2023).

2.2.15.1. Diseño agronómico

El diseño agronómico consiste calcular todos los parámetros necesarios para que el sistema de riego por goteo sea capaz de suministrar con eficiencia el agua a los cultivos en periodo de máximas necesidades, es decir, se calcula la cantidad de agua que necesita el cultivo para su desarrollo normal, sin sufrir un

déficit hídrico, así como agua necesaria para el manejo efectivo de sales. El diseño agronómico es una fase fundamental del sistema de riego por goteo y un error en esta etapa impactará en el diseño hidráulico, donde un mal cálculo puede tener fuertes repercusiones económicas para la corrección del sistema de riego y/o resultar en pérdidas de rendimientos por falta de agua en etapas críticas del cultivo (Instituto para la Innovación Tecnológica en Agricultura [INTAGRI], 2019).

2.2.15.2. Diseño hidráulico

En el diseño de un sistema de riego los cálculos hidráulicos se realizan a continuación del diseño agronómico, este tiene como finalidad definir los diámetros y longitudes de las diferentes tuberías que componen el sistema de riego. Además, se calculan las presiones de operación, se seleccionan los equipos de bombeo, los sistemas de filtración, las válvulas, contadores, piezas y otros accesorios que nos permitirán aplicar el agua a los cultivos de la manera más eficiente y controlada posible (Monge, 2021).

2.2.16 Sistema de bombeo

Un sistema de bombeo es un conjunto de equipos electromecánicos o de combustión que son utilizados por empresas agrícolas como una alternativa de optimizar y mejorar los procesos de producción. Permite el transporte del caudal dentro de las fincas a través de las tuberías, son responsables de la suministración del líquido vital a los cultivos (Vacca, 2022).

2.2.17 Sistema de filtrado

El sistema de filtrado en un sistema de riego es responsable de la eliminación de partículas en suspensión, en el proceso se extraen o retiran partículas sólidas de un medio líquido, haciendo que pase por un elemento filtrante denominado filtro, esto garantiza la uniformidad del riego lo que permite la no obstrucción de los emisores también, permitiendo una mayor eficiencia en la fertilización (Zapata, 2020).

2.2.18 Riego por goteo

El sistema de riego por goteo a nivel mundial es denominado como “riego localizado”, consiste en la aplicación del agua gota a gota en la base de la planta, permitiendo el humedecimiento directamente en la zona radicular. Este método de riego permite el uso eficiente del recurso hídrico, y a su vez, acrecienta la productividad por unidad de superficie tonelada/hectárea (Buriticá, 2021).

2.2.19 Drench

El sistema Drench es una técnica de fertilización que consiste en aplicar sobre la superficie del suelo cerca del tallo la mezcla de fertilizantes tradicionales disueltos en agua, la misma que será absorbida por la raíz de la planta y permitirá recuperar, fortalecer y mejorar la producción de los cultivos (Terán et al., 2020).

2.2.20 Fertirriego

El fertirriego es una técnica que tiene como finalidad el aprovechamiento del agua de los sistemas de riego, la cual favorece el transporte de los elementos nutritivos que requiere la planta, y llegando estos principalmente donde se desarrollan las raíces, permitiendo así la optimización de nutrientes, energía, agua, reducción de la contaminación (Martínez, 2020).

2.2.20.1. Ventajas del fertirriego

Una de las ventajas del fertirriego es que permite la inyección precisa de los fertilizantes, lo que aumenta la eficiencia en la utilización. Además, permite el ahorro del agua, reducción de las necesidades energéticas que requiere la planta para la absorción de agua y nutrientes. En la producción se obtienen mayores rendimientos y se mejoran algunos parámetros de calidad de los frutos (Alvarado et al., 2020).

2.2.20.2. Desventajas del fertirriego

Las desventajas que se podrían considerar son las siguientes: elevada inversión que requiere instalación del sistema. Asimismo, cabe mencionar que es importante que las personas encargadas de la administración deben estar adecuadamente preparadas, pues la mezcla de los fertilizantes debe hacerse siguiendo un procedimiento establecido, con lo que se evitan incompatibilidades que generan precipitados que taponan los goteros (Alvarado et al., 2020).

2.2.21 Programación de fertirriego en los cultivos

Las plantas en las distintas etapas de fenológicas requieren diferentes cantidades de agua y nutrientes. La administración precoz o tardía provocaría un desperdicio ocasionado por escorrentías o la volatilización, por ende, para elaborar un eficiente programa de fertirrigación, se deben de tomar en consideración aspectos agronómicos del cultivo y de su entorno, tales como: conocer los requerimientos nutricionales del cultivo, nutrientes disponibles que dispone el suelo, el tipo de suelo, su estructura y textura calidad del agua y tener conocimiento sobre el sistema de inyección a emplear (Cherlinka, 2021).

2.2.22 Fertilizantes

Los fertilizantes son sustancias ricas en nutrientes que se utilizan para mejorar las características del suelo, asimismo para un mayor desarrollo vegetativo de los cultivos agrícolas, el uso de estos insumos permite a los productores agrícolas obtener una mayor producción y disponer de vitalidad en las plantas lo cual redundará en una mayor resistencia a plagas y enfermedades (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural [SADR], 2019).

2.2.22.1. Macronutrientes

Los macronutrientes son minerales que se encuentran en mayores cantidades en el suelo o que este debe disponer, estos son asimilados en mayores cantidades para un crecimiento saludable de los cultivos, por que ayudan a cumplir un papel importante en el proceso de transferencia de energía y como compuestos de las proteínas y la clorofila (Eguez et al., 2022).

2.2.22.2. Micronutrientes

Se denominan micronutrientes debido a que se encuentran disponibles en pequeñas cantidades. Asimismo, las plantas los necesita en menores cantidades, sin embargo, estos elementos son necesarios para realizar funciones vitales, además, la ausencia o deficiencia de algún micronutriente provocaría, efectos negativos sobre su desarrollo y crecimiento e incluso la muerte de la planta (Baran, 2021).

2.2.22.3. Fertilizantes orgánicos

Un fertilizante orgánico es un producto de origen natural ya sea vegetal o animal, su principal función es aportar a las plantas los nutrientes que necesita para crecer en las mejores condiciones posibles. A diferencia de los fertilizantes químicos cuya concentración química es más elevada, los fertilizantes orgánicos son mucho más amigables con el medio ambiente por la integración de materia orgánica a los suelos, esto beneficia para facilitar su regeneración y aumentar su fertilidad (Lima y Zambrano, 2023).

2.2.22.4. Fertilizantes químicos

Los fertilizantes químicos son insumos agrícolas de origen mineral o de síntesis química, los cuales contienen por los menos, un elemento químico o en asociación con diferentes elementos o excipientes que la planta requiere para su ciclo de vida, estos productos se pueden comercializar en estados sólidos,

líquidos y granulados (Asociación Española de Fabricantes de Agronutrientes [AEFA], 2022).

2.2.23 Fertilizantes para el fertirriego

Las características de los fertilizantes que se apliquen en el fertirriego son: alta solubilidad, baja toxicidad y salinidad. La solubilidad del fertilizante es importante, esta tiene relación con la compatibilidad entre los fertilizantes y el agua de riego, ya que los diferentes iones pueden interactuar en la solución y formar compuestos insolubles, lo que provocaría el taponamiento de los emisores y a su vez generar deficiencia nutricional en las plantas (Wulf, 2021).

2.2.24 Inyector Venturi

El funcionamiento del Venturi provoca una contracción de la entrada del sistema al pasar el agua presurizada, que hace que se forme un chorro de alta velocidad. Este incremento de la velocidad a través de la cámara de inyección genera una disminución de la presión absoluta instaurando un vacío y logrando que la sustancia sea arrastrada hacia el puerto de succión donde se mezcla con el agua (Mundo Riego, 2022).

2.2.25 Aplicación de la solución

La inyección de las soluciones no puede ser durante todo el periodo de riego, como referencia se puede utilizar “la regla de la mano” para estimar la duración de la inyección. La metrología manifiesta que la mano tiene cinco dedos, entonces dividir el tiempo de riego por cinco. El primer quinto (un dedo) se deja para estabilizar la presión, dos quintos (dos dedos) para suministrar el fertilizante y el tiempo restante (dos dedos) para permitir que todo el fertilizante salga del sistema (Martínez, 2000).

2.3 Marco legal

2.3.1 Constitución de la República del Ecuador

Según la Constitución de la República del Ecuador (2008) en su capítulo tercero menciona lo siguiente:

Art. 411.- El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua. La sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua.

Art. 412.- La autoridad a cargo de la gestión del agua será responsable de su planificación, regulación y control. Esta autoridad cooperará y se coordinará con la que tenga a su cargo la gestión ambiental para garantizar el manejo del agua con un enfoque ecosistémico. (p.123)

2.3.3 Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria

La Asamblea Nacional del Ecuador (2009) ostenta sobre el régimen de la soberanía alimentaria lo siguiente:

Artículo 5.- Acceso al Agua. - El Acceso y uso del agua como factor de productividad se regirá por lo dispuesto en la Ley que trate los recursos hídricos, su uso y aprovechamiento, y en los respectivos reglamentos y normas técnicas. El uso del agua para riego, abrevadero de animales, acuacultura u otras actividades de la producción de alimentos, se asignará de acuerdo con la prioridad prevista en la norma constitucional, en las condiciones y con las responsabilidades que se establezcan en la referida ley. (p.5)

Artículo 9. Investigación y extensión para la soberanía alimentaria. - El Estado asegurará y desarrollará la investigación científica y tecnológica en materia agroalimentaria, que tendrá por objeto mejorar la calidad nutricional de los alimentos, la productividad, la sanidad alimentaria, así como proteger y enriquecer la agrobiodiversidad. Además, asegurará la investigación aplicada y participativa y la creación de un sistema de extensión, que transferirá la tecnología generada en la investigación, a fin de proporcionar una asistencia técnica, sustentada en un diálogo e intercambio de saberes con los pequeños y medianos productores, valorando el conocimiento de mujeres y hombres. El Estado velará por el respeto al derecho de las comunidades, pueblos y nacionalidades de conservar y promover sus prácticas de manejo de biodiversidad y su entorno natural, garantizando las condiciones necesarias para que puedan mantener, proteger y desarrollar sus conocimientos colectivos, ciencias, tecnologías, saberes ancestrales y recursos genéticos que contienen la diversidad biológica y la agrobiodiversidad. Se prohíbe cualquier forma de apropiación del conocimiento colectivo y saberes ancestrales asociados a la biodiversidad nacional. (p.7)

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Enfoque de la investigación

3.1.1 Tipo de investigación

Este proyecto de investigación es de carácter experimental, se efectuó en campo abierto, donde se evaluó el desarrollo agronómico del cultivo de maní con los tratamientos de fertirrigación y fertilización en Drench, esta investigación es de nivel descriptiva y explorativa.

3.1.2 Diseño de investigación

El presente trabajo de investigación es tipo experimental, se desarrolló en la parroquia Guale perteneciente al cantón Paján, provincia de Manabí, para este estudio se utilizaron dos tratamientos, fertirrigación y fertilización en drech.

3.2 Metodología

3.2.1 Variables

3.2.1.1. Variable independiente

Dos metodologías de fertilización

3.2.1.2. Variable dependiente

En la investigación, cada variable se consideró en función a las características agronómicas del cultivo de maní.

3.2.1.2.1. Altura de la planta (cm).

Se realizó la medición de las plantas, con un flexómetro a los 60 días posterior a la siembra, donde en cada hilera se escogió aleatoriamente dos metros lineales a doble hilera.

3.2.1.2.2. Número de capsulas por plantas (n).

Se contaron las capsulas de dos metros lineales al azar en cada tratamiento dentro del área de estudio.

3.2.1.2.3. Número de granos por capsulas (n).

Se contaron los granos por capsula de dos metros lineales en cada hilera de cada tratamiento.

3.2.1.2.4. Peso de 100 granos (gr).

Para esta variable se procedió a pesar 100 granos de cada tratamiento.

3.2.1.2.5. Productividad.

Se procedió a pesar la totalidad de los tratamientos, para luego poder establecer un rendimiento por hectárea.

3.2.1.2.6. Análisis económico (B/C).

Los resultados se establecieron según los costos fijos de producción, precio de venta y depreciación del sistema de riego, para indicar la relación en torno a los beneficios de cada uno de los tratamientos sobre las variables de estudio.

3.2.2 Tratamientos

Tabla 1.
Tratamiento por evaluar

	Tratamientos	Frecuencia (días)
T1	Plan de Fertilización en Drench	Aplicación acorde los requerimientos del cultivo
T2	Plan de Fertirrigación	Aplicación acorde los requerimientos del cultivo

Elaborado por: El autor, 2024

3.2.3 Diseño experimental

Para el presente estudio, se utilizó un diseño completo al azar, diez plantas fueron evaluadas dentro de dos metros lineales donde se obtuvo una media referencial, se tomaron 25 muestras de ambos tratamientos.

Tabla 2.
Delimitación de las parcelas experimentales

Descripción	Cantidad	Unidad
Número de tratamientos	2	
Número de parcelas	2	
Distancia entre repeticiones y parcelas	2	m
Distancia de siembra	0.4*0.4	m
Largo de la parcela	40	m
Ancho de la parcela	20	m
Área de la parcela	800	m ²
Número de plantas por parcela	5000	
Número de plantas a evaluarse	25	
Población de plantas total	10000	
Área total del experimento	1680	m ²

Elaborado por: El autor, 2024

3.2.4 Recolección de datos

3.2.4.1. Recursos

3.2.4.1.1. Materiales y herramientas.

Cinta métrica, pala, azadón, bomba de agua, tuberías, cinta de riego, codos, uniones, inyector venturi, semillas, insumos agrícolas, balanza digital, libreta de apuntes, cámara, computadora.

3.2.4.1.2. Material experimental.

Semillas de maní (INIAP 380-Criollo)

3.2.4.1.3. Recursos humanos.

Tesista y tutor guía.

3.2.4.1.4. Recursos bibliográficos.

La información en esta investigación se basa en, artículos científicos, tesis de grado, libros y sitios web buscados mediante la biblioteca virtual de la Universidad Agraria del Ecuador.

3.2.4.2. Métodos y técnicas

3.2.4.2.1. Métodos.

Método inductivo: Mediante este método se viabilizó la comprensión de los resultados obtenidos respecto al desarrollo del maní en base a la hipótesis y objetivos planteados en la investigación.

Método deductivo: Este método ayudó analizar los casos peculiares de la investigación mediante los principios, teorías y leyes.

Método analítico: Permitió construir y relacionar los efectos para entablar la discusión y conclusión.

Método sintético: Con este método se relacionó los datos del trabajo experimental conforme avanzó el tiempo de desarrollo del cultivo para poder realizar la elaboración final del trabajo.

3.2.4.2.2. Técnicas.

En el presente proyecto de investigación se evaluaron dos metodologías de fertilización, esta constituye dos tratamientos (T1 fertilización en drench) y (T2 fertirriego).

A continuación, se detallan las actividades de cada objetivo.

Objetivo 1: Para el desarrollo del objetivo uno se realizó.

Actividad 1: Se realizó un análisis de suelo para conocer la textura, nutrientes disponibles, para posterior realizar la formulación de las soluciones nutritivas.

De acuerdo con (Sánchez, 2009):

$$P.C.A = \text{Área} \times D.p \times Prf.m$$

P. C. A= Porcentaje de capa arable (Tn)

Área= 1 ha =10000 m²

D. P= Densidad aparente (g/cm³)

Prof. M= Profundidad de muestreo (m)

P.C.A = 10000m²x 1g/cm³ x 0.2m=2000 tn

Cálculo del nitrógeno mineral %

M.O=2.97% 2.97/100= 0.0297

Formula

$$N. D = P. C. A \times \%M. O \times N. O^{(5\%)} \times Coef. m^{(1\%-5\%)}$$

N. D= Nitrógeno disponible (kg/ha)

P. C. A= Porcentaje de capa arable

%M. O= Materia orgánica

N. O= Nitrógeno orgánico al (5%)

Coef. m= Coeficiente de mineralización (1% - 5%)

N. D= 2000 x 0.0297 x 0.05 x 0.04= 0.118

N. D = 0.118 x1000=118 kg/ha

$$E. D = \acute{A}. s \times Prof. m \times D. a \times 0.1$$

E. D= Elemento disponible (kg/ha)

Á. s= Análisis de suelo (ppm)

Prof. M= Profundidad de muestreo (cm)

D. a= Densidad aparente (g/cm³)

Fosforo

$$E. D = \acute{A}. s \times Prof. m \times D. a \times 0.1$$

P = 137.70 x 20 cm x 1g/cm³ x 0.1= 275.4 kg/ha

Potasio

$$E. D = \acute{A}. s \times Prof. m \times D. a \times 0.1$$

K = 1743.15 x 20 cm x 1 g/cm³ x 0.1= 3486.3 kg/ha

Calcio

$$E. D = \acute{A}. s \times Prof. m \times D. a \times 0.1$$

Ca = 5881.20 x 20 cm 1 g/cm³ x 0.1= 11762.4kg/ha

Actividad 2: se procedió con la delimitación de las parcelas en el área de estudio.

Actividad 3: Se procedió a realizar el respectivo diseño agronómico del cultivo, para aquello se necesitó datos climáticos referente a la zona, para esto se

utilizó del software CLINWAT 2.0, el cual propicio los datos de la estación meteorológica de Portoviejo (ver anexo 3) siendo esta la más cercana al predio de la investigación. Posterior, se procedió a insertar los datos en el software CROPWAT 8.0 donde se obtuvo la Evapotranspiración del cultivo de referencia (Eto) promedio (ver anexo 4). En lo que respecta al kc del cultivo se hizo énfasis en las tablas propiciadas por la FAO.

Siguiendo la metodología utilizada por Cruz (2008):

Lámina de agua disponible a la profundidad radicular efectiva del cultivo:

$$LD_{zr} = AD \times 10 \times zr$$

LD zr = Lámina de agua disponible a la profundidad radicular efectiva del cultivo (mm/zr)

AD= Agua disponible (%)

zr= Profundidad radicular efectiva del cultivo (m)

Lámina de agua aprovechable a la profundidad radicular efectiva del cultivo:

$$LA_{zr} = LD_{zr} \times \% AA$$

LA zr= Lámina de agua aprovechable a la profundidad radicular efectiva del cultivo (mm/zr)

% AA= % de agua aprovechable

Porcentaje de área bajo riego:

$$d = (q_e / 0.785 \times I_b)^{1/2}$$

d = diámetro del bulbo humedecido (m)

qe = caudal del emisor (L/h)

Ib = velocidad de infiltración básica (mm/h)

Luego se calculó el porcentaje de área bajo riego usando la siguiente formula

$$PAR = (3.1416 \times r^2 / dl \times de) \times 100$$

PAR = porcentaje de área bajo riego

r = radio del bulbo húmedo (m)

d = diámetro del bulbo húmedo (m)

dl = distancia entre emisores (m)

Intervalo de riego

$$I_r = LA_{zr} / ET_c$$

I_r = Intervalo de riego (días)

LA_zr = Lámina de agua aprovechable a (z_r)

ET_c = Evapotranspiración del cultivo (mm)

Lámina de riego ajustada (LR aj)

$$LR_{aj} = I_{r_{aj}} \times ET_c$$

LR_{aj} = Lámina de riego ajustada (mm)

$I_{r_{aj}}$ = Intervalo de riego ajustado (días)

ET_c = Evapotranspiración del cultivo (mm/día)

Lámina bruta

$$LB = LR_{aj} \times 100 / \text{eficiencia del sistema}$$

LB = Lámina bruta (mm)

LR_{aj} = Lámina de riego ajustada (mm)

Eficiencia del sistema = se consideró una eficiencia del 90%.

$$VB = (LB \times PAR) / 10$$

VB = volumen o dosis bruta, m^3/ha

LB = lámina bruta, mm

PAR = porcentaje de área bajo riego

Precipitación horaria del sistema

$$Phr = (q_e \times 100) / (d_e \times d_l \times PAR)$$

Phr = precipitación horaria

q_e = caudal emisor, L/h

d_e = dist. entre emisores contiguos en el lateral, (m)

d_l = dist. entre laterales contiguos, (m)

PAR = % área bajo riego

Horas de riego por turno

$$H_t = LB / Phr$$

H_t = horas de riego por turno (h)

LB = Lámina bruta (mm)

Phr = Precipitación horaria del sistema (mm/h)

Máximo número de turnos de riego diarios

$$T_d = H_m / H_t$$

T_d = máximo número de turnos diarios

Hm = horas de riego máximas al día (h), establecidas tomando en cuenta las horas que se desea trabajar el sistema de riego.

Ht = horas de riego por turno.

Horas de riego diario

$$Hd = Td \times Ht$$

Hd = horas de riego diarias

Td = turnos por día

Ht = Horas de riego por turno

Volumen de riego bruto por hectárea

$$VR = LB \times PAR/100$$

VR = Volumen de riego bruta (m³/ha)

LB= Lámina bruta (mm)

PAR = porcentaje de área bajo riego

Superficie bajo riego por turno

$$Sr = \text{área bajo riego} / \text{No. riegos por ciclo}$$

Sr = superficie bajo riego (ha)

Volumen de riego bruta por turno

$$Vbt = Sr \times DR$$

Vbt = Volumen de riego por turno (m³/turno)

Sr = superficie de bajo riego por turno (ha)

Vr = Volumen de riego por turno (m³/ha)

Caudal requerido

$$Qr = Vbt \times Ht$$

Qr = Caudal requerido (m³/h)

Vbt = volumen de riego por turno (m³/turno)

Ht = horas de riego por turno (h)

Actividad 4: Corresponde al diseño físico, este se realizó con el fin de tener un croquis de como estaría distribuido el experimento (ver anexo 13), este se realizó en el software AutoCad 2021.

Actividad 5: esta actividad correspondió en la elaboración del diseño hidráulico calculada por el método de Hazen Williams, el cual nos permitió dimensionar los diámetros de las tuberías.

Actividad 6: se procedió con la instalación del sistema de riego y fertirriego.

Actividad 7: corresponde a la prueba de funcionamiento del sistema de fertirrigación por la metodología de riego por goteo.

Actividad 8: en base a las necesidades nutricionales del cultivo, nitrógeno 61 kg/ha, fósforo 11 kg/ha, potasio 31 kg/ha y calcio 27 kg/ha, se determinó el plan de fertilización para la fertilización en drench y para el fertirriego, para la cual se utilizó las siguientes formulas:

$$D.F = (S.s - D.c) \times E.r.f$$

D.F= Dosis de fertilizante (kg/ha)

S.s= Suministro del suelo (kg/ha)

D.c= Demanda del cultivo (kg/ha)

E.r.f= Eficiencia de recuperación de fertilizante (1.2)

Nitrógeno

Dosis de fertilizante= (118kg/ha- 61kg/ha) x 1.2= 68.4kg/ha

61 kg/ha/100x25= 15.25 kg/ha esto equivale a 25%

68.4kg/ha + 15.25 kg/ha=83.65kg/ha x 1.2= 100 kg/ha N

Fósforo

Dosis de fertilizante= (275.4 kg/ha- 11kg/ha) x 1.2= 317.28kg/ha

11kg/ha/100x25=2.75 kg/ha

Potasio

Dosis de fertilizante= (3486.3kg/ha- 31kg/ha) x 1.2= 4146.36kg/ha

31kg/ha/100x25=7.75kg/ha

Calcio

Dosis de fertilizante= (11762.4kg/ha – 27kg/ha) x 1.2= 14082kg/ha

27kg/ha/100x 25= 6.75kg/ha

Fósforo

2.75kg/ha X100=275/2.14% = 129kg/ha

129x1600/10000= 20.64/ 25kg= 1 bulto

129kg/ha x12%=1548/100=15.48kg/ha de N

129kg/ha x3%=387/100=3.87 kg/ha de K

Nitrógeno

100kg/ha N -15.48kg/ha=84.52kg/ha

84.52kg/ha x 100= 8452/12%= 704 kg/ha

704x 1600/10000= 112.64kg/ha / 25kg= 4 bultos

Potasio

7.75kg/ha- 3.87kg/ha= 3.88kg/ha

3.88kg/ha x 100= 388/3=129.33kg/ha

129.33x 1600/10000=20.69kg/25kg= 1 bultos

Objetivo 2: Para el desarrollo del objetivo dos se realizó.

Actividad 1: se midió la altura de dos metros lineales, donde se obtuvo una media, las muestras se tomaron a los 60 días después de la siembra.

Actividad 2: una vez termino el ciclo vegetativo del cultivo, se procedió a la cosecha donde se tomaron de igual forma dos metros lineales al azar dentro del tratamiento para contabilizar el número de capsulas por planta.

Actividad 3: en esta actividad se contabilizo el número de granos dentro dos metros lineales de cada hilera para registrar el número de granos que contiene cada capsula.

Actividad 4: se contabilizó el peso de 100 granos seleccionados al azar dentro del tratamiento.

Actividad 5: una vez cosechado y desgranados se realizará un análisis de humedad para luego ser ajustada al 10%, humedad recomendada para la venta de los granos de maní. Con dicho ajuste ya se logrará estimar el rendimiento en kg/ha.

Objetivo 3: Para el objetivo tres se realizó.

Actividad 1: se procederá con el análisis beneficio/costo para determinar la rentabilidad de cada tratamiento, para eso utilizaremos la fórmula:

$$B/C = \frac{BENEFICIO BRUTO}{COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN}$$

Actividad 2: mediante el análisis se determinó la rentabilidad de la investigación.

3.2.5 Análisis estadístico

Para determinar la metodología con mayor índice de efectividad de aplicación de soluciones nutritivas, se hizo énfasis en las variables de la investigación, empezando con realizar la prueba de Normalidad (Shapiro-Wilks) en la cual se tenía que cumplir que valor $p > 0.005$, dado que los datos no cumplieron con dicho valor, se finiquitó que no se podía utilizar la prueba T por ende, se decidió utilizar la prueba no paramétrica de Wilcoxon para muestras independientes, que no requiere que los datos sigan una distribución normal.

3.2.5.1. Análisis funcional

Los datos obtenidos fueron contrastados mediante la prueba de Wilcoxon Mann Whitney U para realizar las respectivas comparaciones y poder determinar si existen diferencias significativas entre los tratamientos, para esto se aplicó el 5% de significancia.

Tabla 3.

Comparación de los tratamientos

Tratamientos	n (plantas aleatorias)	Comparaciones	Wilcoxon
T1	25	$H_0 \mu_1 = \mu_2$	p valor < a
T2	25	$H_a \mu_1 \neq \mu_2$	p valor < a

Elaborado por: El autor, 2024

3.2.5.1. Hipótesis estadística

H₀: Ninguno de los tratamientos presentará un incremento en la producción de maní.

H_a: Al menos uno de los tratamientos presentará un incremento en la producción de maní.

4. RESULTADOS

4.1 Diseño e implementación del sistema de fertirrigación para un sistema de riego por goteo en el cultivo de maní (*Arachis hypogaea*).

4.1.1 Diseño del sistema de riego

A continuación, se muestra la planificación de los componentes necesarios para el funcionamiento eficiente del sistema de riego, con esto se garantiza que las plantas reciban la cantidad de agua adecuada evitando estrés hídrico.

4.1.1.1. Determinación de evapotranspiración del cultivo

Mediante el software CROPWAT 8.0, se obtuvo la Eto de los meses en que la siembra estuvo vigente, luego se tomó los datos del kc inicio, kc medio y kc final que proporciona la FAO para posterior calcular la Etc en cada etapa fenológica del cultivo.

Tabla 4.

Evapotranspiración del cultivo por etapas fenológicas

Fecha por etapas	18abril-03may Inicio	04may-28may Medio	29may-30jun	01jul-20jul Final
Eto	4.26	3.99	4.10	3.77
Kc	0.40	1.10	1.10	0.50
Etc	1.70	4.38	4.51	1.88

Elaborado por: El autor, 2024

4.1.1.2. Diseño agronómico del cultivo

A continuación, en la tabla 5 se muestran los parámetros más importantes a considerar en el diseño agronómico.

Tabla 5.

Parámetros del diseño agronómico

Descripción	Unidad
Parcela	
Área neta bajo riego	1600 m ²
Infiltración básica	4 mm/h
Eto de diseño	4.10 mm/día
Cultivo	
Profundidad radicular	0.80 m
KC de diseño	1.10
Espaciamiento entre planta	0.40 m
Espaciamiento entre hilera	0.80 m
Sistema de riego	
Método	riego por goteo
Presión de trabajo	10 m.c.a
Caudal del emisor	1.4 l/h
Espaciamiento entre gotero	0.20 m
Espaciamiento entre laterales	0.80 m
Diámetro efectivo de humedecimiento	0.40 m

Elaborado por: El autor, 2024

En la tabla 6, se puede observar el enfoque específico del diseño agronómico, el cual hace énfasis en las características climatológicas de la zona, así como del suelo y del cultivo. Esto optimiza la uniformidad y eficiencia del sistema de riego, asimismo del uso correcto del agua a través del cumplimiento del tiempo de riego, el cual es necesario para la reposición del ETc. Asimismo, permite conocer el caudal requerido que necesita el cultivo para así realizar la elección del equipo de bombeo.

Tabla 6.
Diseño agronómico

Descripción	Unidad	Valor
LDzr (Lamina disponible de la zona radicular)	mm/zr	86.40
LAzr (Lamina aprov. a la prof. radicular)	mm/zr	30
Db (diámetro del bulbo húmedo)	m	0.5
Par (Porcentaje del área bajo riego)	%	100
Ir (Intervalo de riego)	D	1
LR (aj) (Lamina de riego ajustado)	mm	4.51
LB (Lamina bruta)	mm	5.01
Phr (Precipitación horaria del sistema de riego)	mm/h	9
Ht (Horas de riego por turno)	h/turno	0.57
Td aj (Max. número de turnos de riego diarios aj)	turno/día	1.00
DB (Dosis de riego bruta)	(m ³ /Ha)	50.11
St (Superficie bajo riego, por turno)	Ha/turno	0.16
VBc (Volumen bruto por ciclo de riego)	(m ³ /ciclo)	8
Qr (Caudal requerido)	(m ³ /h)	14

Elaborado por: El autor, 2024

4.1.1.3. Diseño físico del sistema de riego

Este diseño se realizó por medio del software AutoCAD, el cual se puede visualizar en la (figura 13), donde se muestran las dimensiones del área experimental, así como el equipo de bombeo, sistema de fertirriego y filtrado y longitud de las tuberías principal, terciarias, líneas de riego. Con el fin de poder tener una referencia de cómo es la distribución del experimento, ya su vez poder determinar las dimensiones en milímetros de cada una y a su vez calcular las pérdidas de carga.

4.1.1.4. Diseño hidráulico

Una vez realizado el diseño agronómico y físico, se procedió a calcular las dimensiones de las tuberías que conforman el sistema de riego en el software Aqua bajo el principio de Hazen Williams, se calculó las dimensiones de tubería principal, terciaria y laterales.

Tabla 7.
Diseño hidráulico del sistema de riego

Descripción	Unidad
Lateral (cintas de riego)	
Largo de lateral	40 m
Emisores en lateral	199
Caudal en lateral	0.279 m ³ /h
Pérdida de carga en lateral	0.32 m.c.a
Tubería terciaria	
Largo de terciaria	20 metros
Laterales en terciaria	25 laterales
Caudal en terciaria	6.97 m ³ /h
Pérdidas de carga en terciaria	0.88 m.c.a
Diámetro de tubería	50 mm
Tubería principal	
Caudal de tubería principal	13.94 m ³ /h
Pérdidas de cargas en principal	1.92 m.c.a
Diámetro de tubería	63 mm
Largo principal	50 metros
Pérdida de carga totales en modulo	
Presión requerida por gotero	15 m.c.a
Pérdidas totales de cargas	0.66 m.c.a
Presión mínima requerida de la bomba	15.66 m.c.a

Elaborado por: El autor, 2024

4.1.1.5. Programación de riego por etapas fenológicas

Con el objetivo de satisfacer las necesidades hídricas del cultivo se desarrolló una programación de riego por cada etapa fenológica del cultivo, haciendo énfasis en el Kc y la Eto.

Tabla 8.
Programación de riego por etapas fenológicas

Etapas fenológicas	Inicial (15 días)	Desarrollo (30 días)	Medio (40 días)	Final (20 días)
Tiempo de riego (min)	21	60	60	31

Elaborado por: El autor, 2024

4.1.1.6. Plan de fertilización

En base a la disponibilidad de nutrientes del suelo, requerimientos del cultivo 61 kg de N, 11 kg de P, 31 kg de K y 27 kg de Ca y al porcentaje de concentración, se elaboró un plan de fertilización por cada etapa fenológica del cultivo. Donde en el T1 (Drench) se procedió aplicar las soluciones nutritivas con la ayuda de una bomba aspersora manual en intervalos de cinco días dentro de cada etapa fenológica, a diferencia del T2, en la cual las soluciones fueron suministradas a través del riego en intervalos de dos días por cada etapa

fenológica, cabe recalcar que los kg ya establecidos en el plan de fertilización se fraccionaron por el número de intervalos de cada tratamiento. Para la disolución, se basó en la ficha técnica del producto en la cual mencionaba que por cada kg de producto este debía ser disuelto en un volumen líquido de dos litros de agua.

En la tabla 9 y 10 se detallan el porcentaje de fertilizantes y a su vez la cantidad de kg de fertilizantes utilizados en la investigación.

Tabla 9.
% de nutrientes por etapas fenológicas

Etapa fenológica	Nitrógeno (%)	Fósforo (%)	Potasio (%)
Inicial (15 días)	10	10	10
Desarrollo (30 días)	17	22,60	22,30
Medio (40 días)	42	46	60
Final (20 días)	28	22	7

Elaborado por: El autor, 2024

Tabla 10.
Kilogramos de fertilizantes de cada etapa fenológica

Etapa fenológica	Nitrógeno (112.64kg)	Fósforo (20.64kg)	Potasio (20.69kg)
Inicial (15 días)	11.26kg	2 kg	2 kg
Desarrollo (30 días)	19.14 kg	4.3 kg	4.6 kg
Medio (40 días)	47.30 kg	9.49 kg	12.4 kg
Final (20 días)	31.53 kg	4.54 kg	1.44 kg

Elaborado por: El autor, 2024

En la tabla 11, se observa el fraccionamiento de kilogramos por cada etapa fenológica en la cual suplíamos a la planta las soluciones nutritivas en intervalos de cinco días.

Tabla 11.
Fraccionamiento en intervalo de aplicación para drench

Etapas fenológicas	Inicial (15 días)	Desarrollo (30 días)	Medio (40 días)	Final (20 días)
Nitrógeno	3.75 kg	3.19 kg	5.91 kg	7.88 kg
Fósforo	0.66 kg	0.71 kg	1.18 kg	1.13 kg
Potasio	0.66 kg	0.76 kg	1.55 kg	0.36 kg

Elaborado por: El autor, 2024

Las soluciones nutritivas fueron suministradas por medio del riego, las cuales estuvieron influenciadas por la presión de trabajo, tiempo de riego, capacidad de succión del Venturi. En la tabla 12 se muestra como estuvo fraccionado los kg para la administración de los fertilizantes en lo que respecta al T2 (Fertirriego).

Tabla 12.***Fraccionamiento en intervalo de aplicación para fertirriego***

Etapas fenológicas	Inicial (15 días)	Desarrollo (30 días)	Medio (40 días)	Final (20 días)
Nitrógeno	1.40kg	1.27 kg	2.36 kg	3.15 kg
Fósforo	0.25 kg	0.18 kg	0.47 kg	0.45 kg
Potasio	0.25 kg	0.30 kg	0.62 kg	0.144 kg

Elaborado por: El autor, 2024

En la tabla 13, se observa las características del inyector Venturi utilizado.

Tabla 13.***Datos del inyector Venturi***

Parámetro	Unidad	Resultado
Presión de entrada	Bar	1
Caudal de entrada	lt/min	14
Succión	lt/h	90

Elaborado por: El autor, 2024

4.2 Descripción del mejor método para la aplicación de soluciones nutritivas para el cultivo de maní.

4.2.1 Altura de la planta (cm)

Esta variable se midió a los 60 días después de la siembra, los resultados conseguidos se encuentran en la (tabla 11), donde en el análisis de la prueba Wilcoxon mostraron un valor p de <0.0001 , que es menor que 0.05, demostrando que si hubo diferencia significativa (anexo 6), por lo tanto, el T2 fertirriego obtuvo un mayor promedio de altura.

Tabla 14.***Altura de planta (60 días)***

Tratamientos	Muestras	Altura de planta
Drench	25	40.76
Fertirriego	25	42.62
P valor		<0.0001

P valor <0.05 señala diferencia significativa

Elaborado por: El autor, 2024

Por lo tanto, se acepta la hipótesis **H_a** la cual menciona que al menos uno de los tratamientos presentará un incremento en la producción de maní. En este caso el T2 fertirriego presentó una mayor media en la variable de altura.

4.2.2 Número de capsulas por plantas (n)

Esta variable fue evaluada al momento de la cosecha, en la (tabla 12) se evidencia los resultados que se obtuvieron, demostrando distintos promedios a través de la prueba de Wilcoxon (anexo 8), la cual mostró significancia dando un

valor de p (0.0183) demostrando que, si hay significancia, por ende, el tratamiento que mayor promedio obtuvo fue el T2 fertirriego

Tabla 15.
Número de capsulas por planta

Tratamientos	Muestras	Número de vainas por planta
Drench	25	9.06
Fertirriego	25	9.14
P valor		0.0183

P valor <0.05 señala diferencia significativa

Elaborado por: El autor, 2024

Por lo tanto, se acepta la hipótesis **Ha** la cual menciona que al menos uno de los tratamientos presentará un incremento en la producción de maní. En este caso el tratamiento que presentó una mayor media de número de vainas por plantas fue el T2 fertirriego.

4.2.3 Número de granos por cápsulas (n)

El número de granos por cápsulas se contabilizó después de retirar la humedad de la vaina, esto se logró con la exposición directa del sol. La comparativa se realizó a través de la prueba de Wilcoxon (anexo 10) en la cual manifestó los siguientes resultados del valor p (<0.0027) que al compararlo con el valor de 0.05 este viene a ser inferior, lo cual demuestra que el tratamiento uno es diferente al tratamiento dos, en este caso el tratamiento que tuvo un mayor número de granos fue el fertirriego.

Tabla 16.
Número de granos por cápsulas

Tratamientos	Muestras	Número de granos por capsula
Drench	25	3.50
Fertirriego	25	3.86
P valor		<0.0027

P valor <0.05 señala diferencia significativa

Elaborado por: El autor, 2024

Por lo tanto, se acepta la hipótesis **Ha** la cual menciona que al menos uno de los tratamientos presentará un incremento en la producción de maní. En este caso el tratamiento que presentó una mayor media de número de granos por cápsula fue el T2 fertirriego.

4.2.4 Peso de 100 granos (n)

Para la evaluación de esta variable se procedió al desgrane de las cápsulas, de las cuales se recolectaron 100 granos de cada tratamiento dentro del

área útil. Por medio de la prueba de Wilcoxon (anexo12) se demostró que, si hubo significancia. En la tabla 17 se refleja el mayor promedio en kg obtenido por el T2 fertirriego

Tabla 17.
Peso de 100 granos

Tratamientos	Número de granos	Peso en gr
Drench	100	66.20
Fertirriego	100	69.88
P valor		<0.0001

P valor <0.05 señala diferencia significativa

Elaborado por: El autor, 2024

Por lo tanto, se acepta la hipótesis **Ha** la cual menciona que al menos uno de los tratamientos presentará un incremento en la producción de maní. En este caso el tratamiento que presentó una mayor media en lo que respecta a la variable de peso de 100 granos fue el T2 fertirriego.

4.2.5 Productividad (Kg)

Esta variable está enfocada en el rendimiento de cultivo, fueron tomadas al final del ciclo del cultivo en el momento de la cosecha, en la tabla 18 se detallan los pesos obtenidos del área útil de las parcelas experimentales y las proyecciones que se estiman para una hectárea, esto después de los tratamientos aplicados en el cultivo de maní.

Tabla 18.
Productividad

Tratamientos	Productividad en kg por área útil	Productividad en kg por ha	Productividad en qq/ha
T1	104.18	1302.25	28.65
T2	123.08	1538.5	33.85

Elaborado por: El autor, 2024

El tratamiento que tuvo mejores resultados fue el de fertirriego (T2) con (125.784 kg) a diferencia del (T1) el cual obtuvo (101.808 kg). Por otra parte, en lo que respecta a la productividad por hectárea en el T1 drench es de (1272.6 kg/ha) y T2 fertirriego es de (1572.3 kg/ha).

Por lo tanto, para esta variable se acepta la hipótesis **Ha** la cual menciona que al menos uno de los tratamientos presentará un incremento en la producción de maní. En este caso el tratamiento que presento una mayor productividad por hectárea fue el T2 fertirriego.

4.3 Estimación de la viabilidad económica de cada tratamiento mediante la relación beneficio/costo.

4.3.1 Costo del sistema de riego y fertirrigación

En la (tabla 16) se puede apreciar la descripción el costo de los materiales utilizados para la realización del sistema de riego por goteo y fertirrigación, dando un valor de \$793.44.

Tabla 19.
Costo del sistema de riego y fertirrigación

Infraestructura del sistema de fertirriego Descripción	Cantidad	Valor Unitario	Valor total
Rollo de cintas de riego, 1000 m	2	\$80	\$160
Final de cinta	50	\$0.20	\$10
Llaves de 16 mm	25	\$0.75	\$18.75
Conector de manguera a cinta	50	\$0.20	\$10
Conector de PVC a cinta	50	\$0.20	\$10
Cauchos de 16 mm	50	\$0.12	\$6
Filtro de anillas 2''	1	\$45	\$45
Venturi ½''	1	\$12	\$12
Broca metálica de 16 mm	1	\$10	\$10
Tubería de 63 mm	9	\$8.36	\$75.24
Tubería de 50 mm	7	\$5.17	\$36.19
Tubería de 25 mm	1	\$2	\$2
Cheque 2''	1	\$12	\$12
Mang flex 2''	2	\$5	\$10
Válvula de 50 mm	2	\$7.6	\$15.2
Válvula de 25 mm	2	\$1.7	\$1.7
Manómetro	2	\$19	\$38
Weld on 75	1	\$9.4	\$9.4
Tee 63x50	1	\$3	\$3
Tee 50x25	2	\$1.75	\$3.5
Tee de 25 mm	2	\$0.3	\$0.6
Fushing 1/2x ¼''	2	\$0.50	\$1
Codo de 63x 90°	3	\$2	\$6
Codo de 50x90°	2	\$0.95	\$1.90
Codo de 50x45°	1	\$0.95	\$0.95
Codo de 25x90°	2	\$0.25	\$0.50
Adap 63x2''	2	\$3	\$6
Adap 25x3/4	2	\$0.3	\$0.6
Adap alum D 2''	1	\$9.50	\$9.50
Adap alum E 2''	1	\$9.50	\$9.50
Teflones pequeños	2	\$0.54	\$1.08
Bomba de riego de 2''	1	\$220	\$150
Combustible (Gas)	1	\$3	\$3
Total			\$678.61

Elaborado por: El Autor, 2024

4.3.2 Depreciación del sistema de riego en el tiempo usado

Para calcular la depreciación del sistema de fertirrigación por goteo se utilizó las siguientes fórmulas:

$$\frac{\text{Gasto total de infraestructura}}{\text{Vida útil del sistema}} = \text{Dinero por año útil}$$

$$\frac{\$678.61}{3 \text{ años}} = \$226.20$$

Ya señalada la cantidad de dinero por año útil, se procedió a calcular el dinero por el tiempo en que se utilizó el sistema:

$$\frac{\text{Dinero por año útil}}{\text{Meses del año}} \times \text{Meses que se uso el sistema} = \text{Dinero por el tiempo usado}$$

$$\frac{\$226.20}{12 \text{ meses}} \times 4 \text{ meses} = \$75.4$$

Se finiquita que el sistema de fertirrigación utilizado asumió una inversión total de \$75.4 en los cuatro meses que estuvo en vigencia la investigación.

4.3.3 Costos fijos para la producción de maní por hectárea

Se observa en la (tabla 17), los costos fijos para la producción de maní proyectada a una hectárea, desde la fabricación del sistema de fertirriego, materiales utilizados, insumos agrícolas, entre otros.

Tabla 20.

Costos fijos para la producción de maní por hectárea

Descripción	Cantidad	V. unitario	V. total T1	V. total T2
Preparación del terreno				
Análisis químico suelo/granos	6	\$80	\$500	\$500
Tractorado	1	\$90	\$90	\$90
Siembra				
Semillas	4 qq	\$132	\$528	\$528
Siembra manual	25	\$10	\$250	\$250
Labores culturales				
Control de malezas	25	\$10	\$250	\$250
Cosecha	25	\$10	\$250	\$250
Control plagas/enfermedades				
Insecticida orgánico	12 lt	\$5	\$60	\$60
Fertilizantes solubles				
OCEANUM- A GR	6 bt/25 kg	\$15	\$90	\$90
ORGAMÉ N12	28 bt/25 kg	\$15	\$420	\$420
Bomba aspersora manual	14	\$15	\$210	
Aplicación de fertilizantes	13	\$10	\$130	
Depreciación del sistema			\$475.26	\$475.26
Total			\$3253.26	\$2913.26

Elaborado por: el Autor, 2024

4.3.4 Análisis económico relación beneficio/costo

La técnica del fertirriego la cual suministra los fertilizantes a través del agua de riego es una alternativa viable para la producción de maní. Por ende, en la

(tabla 18) se puede apreciar el análisis B/C a través de un inventario de los costos de cada tratamiento.

Tabla 21.
Análisis económico relación B/C

Descripción	Relación beneficio costo de la investigación	
	T1(\$) Drench	T2(\$) Fertirriego
Duración del sistema de fertirrigación	3 AÑOS	3 AÑOS
Rendimiento/área útil (kg)	104.18	123.08
Rendimiento/Ha (kg)	1302.25	1538.5
Precio de venta (kg)	2.64	2.64
Total, ingresos área útil	275.03	324.93
Total, ingresos/Ha	3437.94	4061.64
Total, costo de producción (área útil)	260.4	235.4
Total, costo de producción/Ha	3253.26	2913.26
Utilidad área útil	14.63	89.53
Utilidad/Ha	184.68	1148.38
Relación B/C	1.05	1.39

Elaborado por: El autor, 2024

5. DISCUSIÓN

La metodología del fertirriego consiente en la suministración del fertilizante disuelto en el agua de riego, conforme a las necesidades nutricionales de la planta facilitando una mayor asimilación de nutrientes, además de permitir la reducción de costos alcanzando así un mayor rendimiento en comparación con otras metodologías de fertilización, del mismo modo el riego por goteo es un método de alta eficiencia porque minimiza la pérdida del agua por evaporación o escorrentía, permitiendo que las plantas reciban la cantidad necesaria o precisa de agua en las raíces. Este criterio concuerda con el de Ladines (2023) el cual menciona, que el fertirriego permite que el fertilizante sea suministrado con el agua de riego admitiendo así una mayor absorción de nutrientes en el área objetiva. lo cual esto no es posible realizarse con la fertilización convencional, asimismo provee a la planta la cantidad necesaria de fertilizantes, siendo esto posible a través de un plan de fertiirrigación, también reduce los costos de producción debido a la reducción de la mano de obra, siendo más factible que las otras metodologías de fertilización ya que estas tienen una demanda superior de la mano de obra.

En la actualidad, el riego por goteo es el sistema más eficiente para suministrar el agua a los cultivos, por lo que permite aplicar el agua en la zona radicular creando un bulbo húmedo, por lo que es el recomendable para la fertiirrigación, ya que los fertilizantes son aportados en la zona de cantidad de raíces absorbentes, además de que la lixiviación de nutrientes es mínima al no tener excedentes de agua.

En lo que respecta al rendimiento por hectárea refleja un resultado final en el T1 (drench) de 1302.25 kg mientras que el rendimiento del T2 (fertirriego) es de 1538.5 kg. Estos resultados son superiores con lo encontrado por Zambrano (2020) el cual el reportó un rendimiento potencial de 1055.19 kg/ha con la aplicación de humus y 950.69 kg/ha con la aplicación de micorrizas en la zona de Palenque perteneciente a la provincia de Los Ríos. Lo cual afirma el potencial rendimiento que muestra el sistema de fertiirrigación aplicado en el cultivo de maní.

En el análisis económico se observa que el T2 (fertirriego) fue más rentable, a diferencia del T1 (drench) con valores obtenidos de costo/beneficio de \$1.39, \$1.05; estos valores reflejan significancias a lo dicho por Zambrano (2020)

el cual menciona que el B/C del T1 humus fue de \$1.08 y del T2 micorrizas fue de \$0.98. Cabe recalcar que estas diferencias están influenciadas por el precio en el que se maneja la venta del maní orgánico ya que este cuenta con un valor de \$2.64 por kg, en contraste del precio con el que se maneja la venta del maní convencional el cual varia de \$0.80 a \$1 por kilogramo.

Queda demostrado que el cultivo de maní orgánico, con la implementación de la metodología del fertirriego más el sistema de riego goteo y disponer con un plan de fertiirrigación, es una alternativa viable para los productores, lo cual permite aplicar las cantidades necesarias a las plantas sin ningún exceso y a su vez tener una mayor producción para así contar con más ingresos económicos.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Con la evaluación del experimental en relación con los objetivos planteados se pudo concluir:

Que el fertirriego es la técnica de fertilización con un mayor índice de producción, a diferencia del T1 (drench), siendo esta superior en todas las variables del estudio. La técnica del fertirriego implementada en el cultivo de maní aumentó un 16.64% el rendimiento sobre la fertilización en drench, generando una diferencia de 236.25 kg.

Respecto al mejor método para la suministración de soluciones nutritivas, la técnica del fertirriego demuestra un mejor comportamiento agronómico del cultivo, con un mejor promedio en cuanto a las variables del estudio.

La relación beneficio costo de la investigación, establece que el T2 (fertirriego) fue el más productivo, justificado con un índice de relación de 1.39 a diferencia del T1 (fertilización en Drench) el cual obtuvo un índice de 1.05, esto se debe a que la fertiirrigación es una técnica que genera beneficios al momento de suministrar los fertilizantes, obteniendo una mejor asimilación por parte de las plantas.

En consecuencia, los resultados indican que la fertilización a través de la técnica de fertirriego genera mayores rendimientos, por ende, se acepta la hipótesis planteada la cual indica que la técnica empleada en el cultivo de maní aumenta la producción a diferencia de la fertilización en drench.

6.2 Recomendaciones

De acuerdo con los resultados y conclusiones obtenidas del estudio se recomienda:

Para una agricultura de precisión, es importante realizar un diseño agronómico, físico e hidráulico, ya que de esta manera estamos tecnificando nuestro cultivo, además de, poder tener un esquema de como estará estructurado nuestro sistema de riego.

Realizar una planificación de fertilización, en base a un análisis de suelo y a las necesidades del cultivo, esto para que la planta pueda satisfacerse de las cantidades necesarias y no ocasionar un desbalance nutricional.

Cumplir con el tiempo de riego establecido por cada etapa fenológica, para evitar un estrés hídrico en la planta, lo cual podría repercutir en una reducción de la producción.

Es importante la implementación de un sistema de fertirrigación porque ayuda a mejorar las características fisiológicas de las plantas, además, de aumentar el rendimiento de los cultivos.

BIBLIOGRAFÍA

- Alvarado, D., Valdez, L., Cepeda, J., Rubí, M., y Pineda, J. (2020). Aplicación fraccionada de fertilizantes vía fertirriego y la eficiencia del nitrógeno, fósforo y potasio en calabacita. *Acta Agrícola y Pecuaria*, 1-9.
- Asamblea Nacional del Ecuador (2009, 5 de mayo). *Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria*. Registro Oficial del Gobierno del Ecuador. N° R.O.583 Año 2009. https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/02/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador_act_ene-2021.pdf
- Asociación Española de Fabricantes de Agronutrientes. (16 de febrero de 2022). *Fertilizante químico*. Asociación Española de Fabricantes de Agronutrientes: <https://aefa-agronutrientes.org/>
- Baran, E. (2021). Publicaciones Científicas . *Metaloenzimas en plantas*. Buenos Aires, Argentina: Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.
- Bello, R., Valarezo, C., y Valarezo, M. (2023). Diagnóstico de la cadena de valor de mantequilla de maní en Tosagua, Ecuador. *ECA Sinergia*, 14(3), 92-104. <https://doi.org/https://doi.org/10.33936/ecasinergia.v14i3.5754>
- Bigatton, E., Haro, R., Ayoub, I., Castillejos, M., y Lucini, E. (2020). Efecto de las rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal sobre la producción de biomasa, el rendimiento y la calidad del grano de cultivos de maní (*Arachis hypogaea* L.). *Ciencias Sudamericanas*, 1(2). <https://doi.org/https://doi.org/10.17648/sas.v1i2.58>
- Buriticá, A. (19 de octubre de 2021). *Riego por goteo una tecnología de alta eficiencia*. Agricultura: <https://blog.croper.com/>
- Cedeño, S. (2023). *Niveles de fertilización en el cultivo de maní (Arachis hypogaea L.)* [Tesis de pregrado, Universidad Laica Eloy Aalfaro de Manabí]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.ulead.edu.ec/>
- Cherlinka, V. (31 de mayo de 2021). *Fertirrigación: Tecnología Agrícola Avanzada*. EOS Data Analytics: <https://eos.com/>
- Compo Expert. (2020). *Cultivo de maní, Nutrición completa, eficiente e inmediata para obtener mayores rendimientos*. Compo Experto Pack Nutrition: <https://www.compo-expert.com/>

- Constitución de la República del Ecuador. (2008). Art 411 y 412 [Título VII]. Registro Oficial 449 de 20 octubre 2008. https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/02/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador_act_ene-2021.pdf
- Cruz, F. (2008). *Diseño de un sistema de riego por goteo en el área de El Llano en El Zamorano* [Tesis de pregrado, Universidad de Zamorano]. Repositorio Institucional. <https://bdigital.zamorano.edu/>
- Eguez , E., León, L., Loor, J., y Pacheco, L. (2022). Deficiencia nutricional de macronutrientes en plantas de pimiento (*capsicum annum linneo*) cultivadas en solución nutritiva. *Revista de Investigación Talentos*, 2631-2476.
- Encuesta de Superficie y Produccion Agropecuaria Continua [ESPAC]. (abril de 2023). Boletín informativo. *Módulo de Informacion Ambiental y Tecnificación Agropecuaria*. Ecuador: INEC.
- Espinosa, M. V. (27 de junio de 2019). *Mani Orgánico*. El Comercio: <https://www.elcomercio.com/>
- Huerta, A., Servín, A., López, D., Rasche , J., Da Silva, M., y Ruiz, E. (2024). Productividad del Maní (*Arachis hypogaea L.*) con la aplicación de fertilizantes orgánicos. *ALFA*, 8(23), 316-330. <https://doi.org/https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v8i23.266>
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias [INIAP]. (2005). Boletín Divulgativo. *El maní: tecnología de manejo y usos*. Ecuador. <https://repositorio.iniap.gob.ec/>
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias [INIAP]. (2014). *Maní*. INIAP: <http://tecnologia.iniap.gob.ec/>
- Instituto para la Innovación Tecnológica en Agricultura [INTAGRI]. (2019). Diseño Agronómico del Sistema de Riego por Goteo. *intagri*.
- Integrated Taxonomic Information System [ITIS]. (14 de noviembre de 2023). *Arachis hypogaea L.* Integrated Taxonomic Information System: <https://www.itis.gov/>
- Ladines, J. (2023). *Efecto de la fertirrigación sobre el rendimiento del cultivo de maíz (Zea mays L), en el cantón Santa Lucia* [Tesis de pregrado, Universidad Agraria del Ecuador]. Repositorio Institucional. <https://cia.uagraria.edu.ec/>

- Leanne, y Urriola. (2020). ¿Por qué estudiar las propiedades físicas del suelo? *Semillas del Este*, 23-26.
- Lifeder. (18 de diciembre de 2020). *Cacahuete: características, hábitat, propiedades, cultivo*. Lifeder: <https://www.lifeder.com/>
- Lima, A., y Zambrano, F. (2023). Uso de fertilizantes orgánicos en la producción de cucurbitáceas. *Paideia XXI*, 141-159.
- Martín, A. (23 de Septiembre de 2021). ¿Cómo interpretar un análisis de agua de riego? Herogra: <https://herografertilizantes.com/>
- Martínez. (2000). Boletín técnico. *Operación y mantención de equipos de riego para pequeños agricultores*. La Serena, Chile: Gobierno de Chile.
- Martínez, C. (2020). Fertilizantes para fertirriego. (COMEII) *Colegio de Mexicanos de Ingenieros en Irrigación A.C.*
- Ministerio de Agricultura y Ganadería [MAG]. (Diciembre de 2020). Boletín informativo. *Asociación de Paján tendrá maquina para procesar café de exportación*. SNI.
- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica [MAATE]. (2021). Boletín informativo. *Plan nacional de riego y drenaje*. Ecuador: Gobierno del Encuentro.
- Monge, M. (2021). *Diseño agronómico e hidráulico de riegos agrícolas a presión*. San Cristóbal: <https://www.sancristoballibros.com/>
- Monroy, M. (17 de Enero de 2012). *El cultivo del cacahuete (Arachis hypogaea L.)*. TecnoAgro: <https://tecnoagro.com.mx/>
- Montero, J. (2020). Importancia nutricional y económica del maní. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*.
- Mora , R., Rodríguez, D., Ramírez , J., Calderón , J., Salinas, T., Michay, G., . . . Espinoza, P. (2019). Impacto de la fertilización orgánica en el rendimiento del cultivo *Arachis Hypogaea L.* en Oringa, provincia de Loja, Ecuador. *Bosques Latitud Cero*, 69-82.
- Mundo Riego. (22 de octubre de 2022). *Inyectores tipo Venturi: cuándo y por qué se utilizan*. Mundo riego: <https://mundoriego.es/>
- Pallo, R. (2021). *Respuesta agronómica de dos variedades de maní (Arachis hypogaea L.) a tres marcos de plantación en la zona de Mocache* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.uteq.edu.ec/>

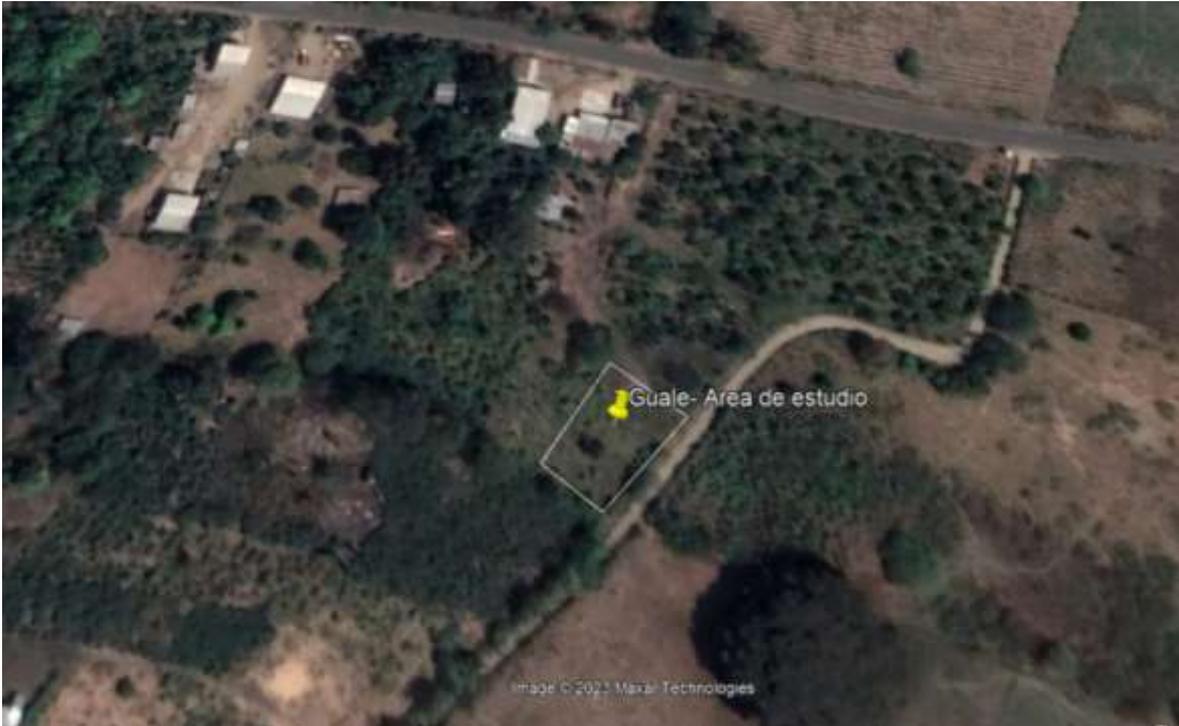
- Pedelini, R., y Monetti, M. (2018). Boletín Técnico. *Maní guía práctica para su cultivo*. Argentina: Fundación Maní Argentino.
- Pedelini, R., y Monetti, M. (marzo de 2022). Boletín de Divulgación Técnica. *Maní guía práctica para su cultivo*. Argentina: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca Argentina.
- Sánchez, P. (2009). Ficha técnica. *Nutrición de Zarzamora*. Michoacán, México: Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas.
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural [SADR]. (26 de agosto de 2019). Boletín Informativo. *¿Qué es y para qué sirve el fertilizante?* México: Gobierno de México. Gobierno de México.
- Sela, G. (03 de mayo de 2023). *Principios del diseño de sistemas de riego*. Cropaia: <https://cropaia.com/>
- Servicio de Acreditación Ecuatoriana [SAE]. (6 de diciembre de 2017). Boletín Informativo. *Producción orgánica certificada*. Ecuador: Gobierno de la República del Ecuador.
- Tarazona, N., Chavarría, J., y Moreira, J. (2022). El cultivo de maíz y sus necesidades hídricas en Manabí, Ecuador. *ALLPA*, 1-11. <https://doi.org/https://orcid.org/0000-0003-4434-5986>
- Terán, L., Díaz, J., Ayvar, S., y Mena, A. (2020). Aplicación en drench de niveles de fertilizante Dap Yara en plántula de maíz. *Foro de estudiantes sobre Guerrero*, 102-107.
- Vacca. (29 de julio de 2022). *¿Qué son los Sistemas de Bombeo?* Vacca Engineering: <https://www.vacca.es/>
- Valdivieso, C., Garcia, D., Solórzano, J., Saltos, V., y Saldarriega, V. (2021). Efecto de diferentes láminas de riego localizado, sobre la productividad y rentabilidad del mani. *La Técnica*, 1-12. https://doi.org/https://doi.org/10.33936/la_tecnica.v0i26.2456
- Vera, E., Quevedo, J., Tuz, I., Chabla, J., y Cuenca, J. (2023). Evaluación de Trichoderma en tres variedades de maní (*Arachis hypogaea* L.). *Ciencia y Agricultura*, 20(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.19053/01228420.v19.n3>
- Wulf, M. (Octubre de 2021). Ficha técnica. *Entendiendo el fertirriego*. Osorno, Chile: Consorcio Lechero.
- Zambrano, H. (2020). *Evaluación de diferentes biofertilizantes en la producción de dos variedades de maní (Arachis hypogaea L.) en el cantón Palenque-Los*

Ríos [Tesis de pregrado, Universidad Agraria del Ecuador]. Repositorio Institucional. <https://cia.uagraria.edu.ec/>

Zapata, A. (2020). *Manual práctico de sistemas de riego localizado*. Madrid: Mundi-Prensa.

ANEXOS

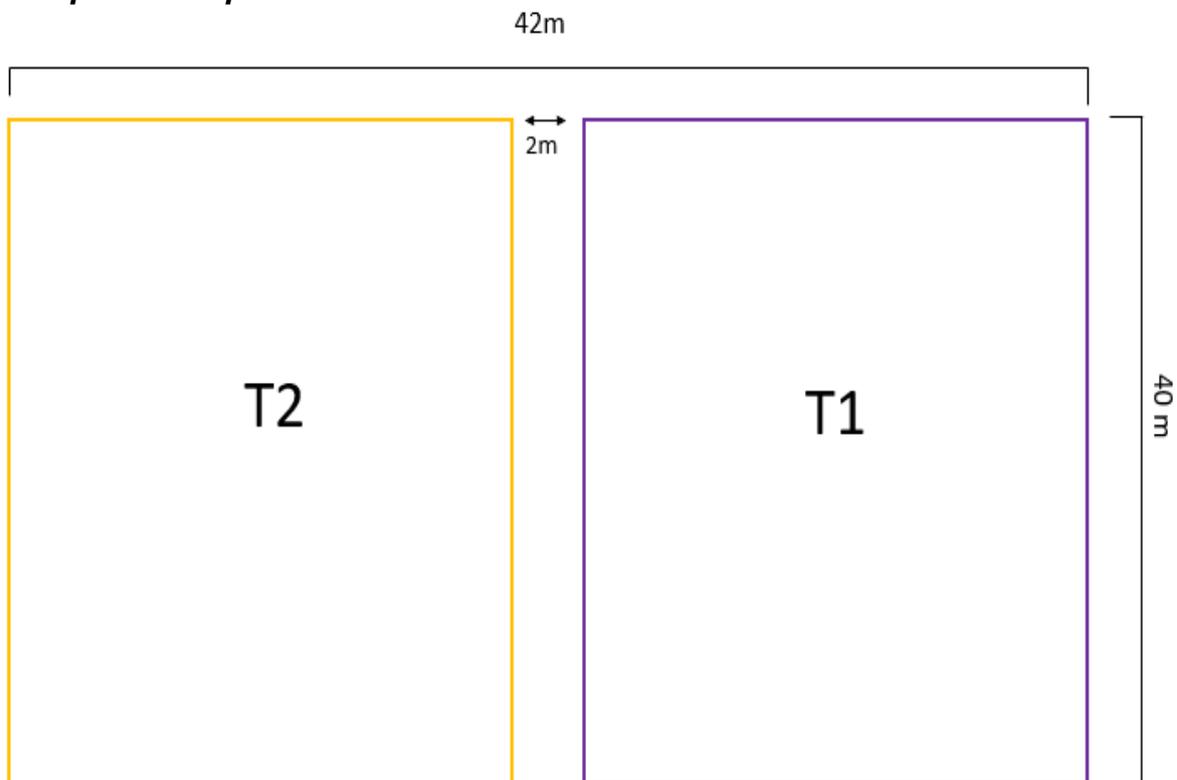
Figura 1.
Georreferenciación del área de estudio



Fuente Google Earth

Elaborado por: El autor, 2024

Figura 2.
Croquis del experimento



Elaborado por: El autor, 2024

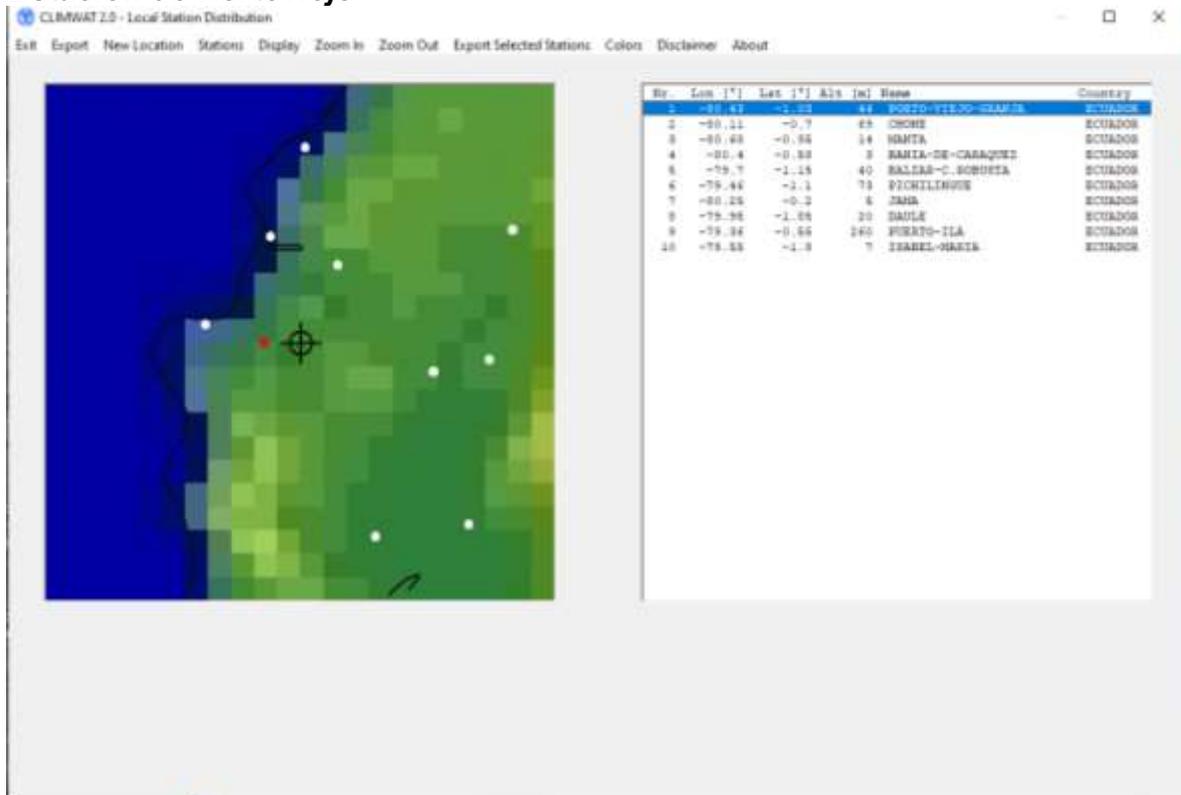
Figura 3.
Análisis de suelo

DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE								
Descripción de la muestra:	Muestra homogénea, con humedad adecuada							
Lote N°:	Lote 1, maní							
Productor:	Carlos Rey S.A.							
Cultivo/Varietal:	Maní / Leguminosa							
Fecha/Hora de toma de muestra:	2024-01-07							
Lugar de toma de muestra:	Finca "Los Pira" Guano, Pajar, Guano							
Muestra tomada por:	Carlos Piza (Cliente)							
DATOS DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA EN LABORATORIO								
Fecha de recepción:	2024-01-08							
Cantidad de muestra:	= 2 Kg							
Tipo de envase:	Funda plástica							
Fecha inicio de análisis:	2024-01-08							
Fecha fin de análisis:	2024-01-23							
RESULTADOS DE ANÁLISIS DE SUELO								
PROPIEDADES BÁSICAS								
Parámetro	Resultado	Unidad	Rangos óptimos	Bajo	Óptimo	Alto	Extractante	Método de ensayo
pH*	7,16	-	6,00 - 7,00				H ₂ O	T.LB-019, Electrométrica
Conductividad eléctrica*	0,41	dS/m	0,0 - 4,0				H ₂ O	T.LB-019, Electrométrica
MACRONUTRIENTES								
Parámetro	Resultado	Unidad	Rangos óptimos	Bajo	Óptimo	Alto	Extractante	Método de ensayo
Materia orgánica*	2,37	% s.m.s.	1,50 - 2,00				-	T.LB-075, EUV-VIS
Nitrogeno (N)*	0,22	% s.m.s.	0,15 - 0,20				-	T.LB-157, SMA, Ed.23,2017 4300 N-orig D
Fósforo (P)*	127,79	mg/kg s.m.s.	10,00 - 25,00				Ortiz	T.LB-095, EUV-VIS
Potasio (K)*	1743,15	mg/kg s.m.s.	193,4 - 293,2				Acetato de Amonio	T.LB-101, EAA - Litara
Magnesio (Mg)*	742,39	mg/kg s.m.s.	19,5 - 486,4				Acetato de Amonio	T.LB-103, EAA - Litara
Calcio (Ca)*	3881,20	mg/kg s.m.s.	932,0 - 2004,0				Acetato de Amonio	T.LB-102, EAA - Litara
Sodio (Na)*	166,86	mg/kg s.m.s.	71,3 - 161,0				Acetato de Amonio	T.LB-100, EAA - Litara
RELACIONES ENTRE LAS BASES								
Relación	Resultado	Unidad	Rangos óptimos	Bajo	Óptimo	Alto	Extractante	Método de ensayo
Relación Ca/Mg*	7,93	-	2 - 5				-	T.LB-026, Cálculo interno
Relación Mg/K*	0,43	-	1 - 16				-	T.LB-026, Cálculo interno
Relación Ca/N*	7,62	-	6,5 - 11,3				-	T.LB-101, Cálculo interno
Suma de bases*	36,91	meq/100g	5 - 12				-	T.LB-154, Cálculo interno
Relación abstracción de sodio*	0,85	-	1 - 3				-	T.LB-026, Cálculo interno

Fuente Agrorum

Elaborado por: El autor, 2024

Figura 4.
Estación de Portoviejo



Fuente Climwat

Elaborado por: El autor, 2024

Figura 5.
Eto de referencia

ETo Penman-Monteith Mensual - C:\ProgramData\CROPWAT\data\climate\diseño.PEM

País: Ecuador Estación: Portoviejo
 Altitud: 48 m. Latitud: 1.02 °S Longitud: 80.27 °W

Mes	Temp Min °C	Temp Max °C	Humedad %	Viento m/s	Insolación horas	Rad MJ/m ² /día	ETo mm/día
Enero	17.5	36.5	78	1.4	3.8	14.9	3.87
Febrero	19.4	36.2	81	1.2	3.8	15.4	3.81
Marzo	17.7	36.6	81	1.2	5.4	18.0	4.31
Abril	17.0	36.4	80	1.3	5.6	17.7	4.26
Mayo	15.9	36.4	78	1.4	5.0	15.8	3.99
Junio	15.0	36.4	79	1.4	3.9	13.7	3.62
Julio	15.2	35.3	78	1.5	4.6	14.9	3.77
Agosto	15.5	35.5	77	1.6	5.4	16.9	4.20
Septiembre	15.5	35.5	76	1.7	5.3	17.5	4.42
Octubre	15.5	36.0	76	1.7	4.8	16.8	4.38
Noviembre	15.5	36.2	75	1.7	4.6	16.2	4.31
Diciembre	16.0	36.3	74	1.7	4.6	15.9	4.27
Promedio	16.3	36.1	78	1.5	4.7	16.1	4.10

Elaborado por: El autor, 2024

Figura 6.
Análisis de varianza de altura de la planta a los 60 días

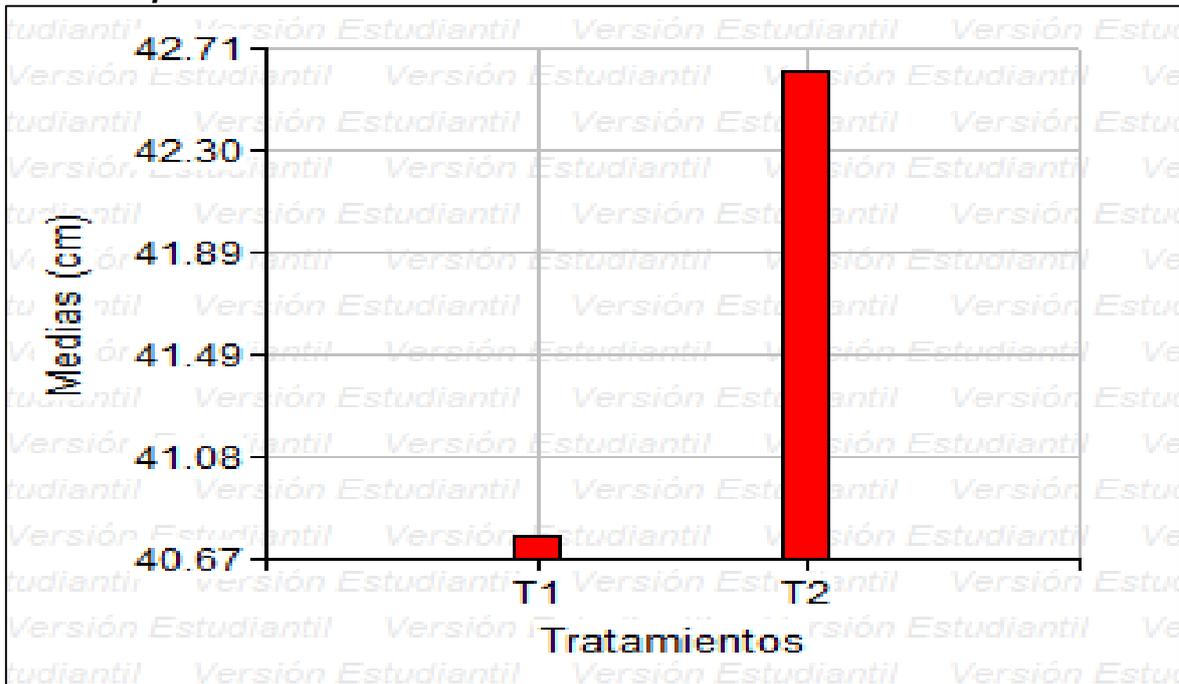
Nueva tabla : 5/8/2024 - 17:59:57 - [Versión : 30/4/2020]

Prueba de Wilcoxon para muestras independientes

Clasific	Variable	Grupo 1	Grupo 2	n(1)	n(2)
Media(1)	Media(2)	DE(1)	DE(2)	W	p(2 colas)
tratamientos	altura de planta 60 días	Drench 1	Fertirriego 2	25	25
40.76	42.62	0.57	0.43	331.50	<0.0001

Elaborado por: El autor, 2024

Figura 7.
Altura de plantas a los 60 días



Elaborado por: El autor, 2024

Figura 8.
Análisis de varianza de número de cápsulas por planta

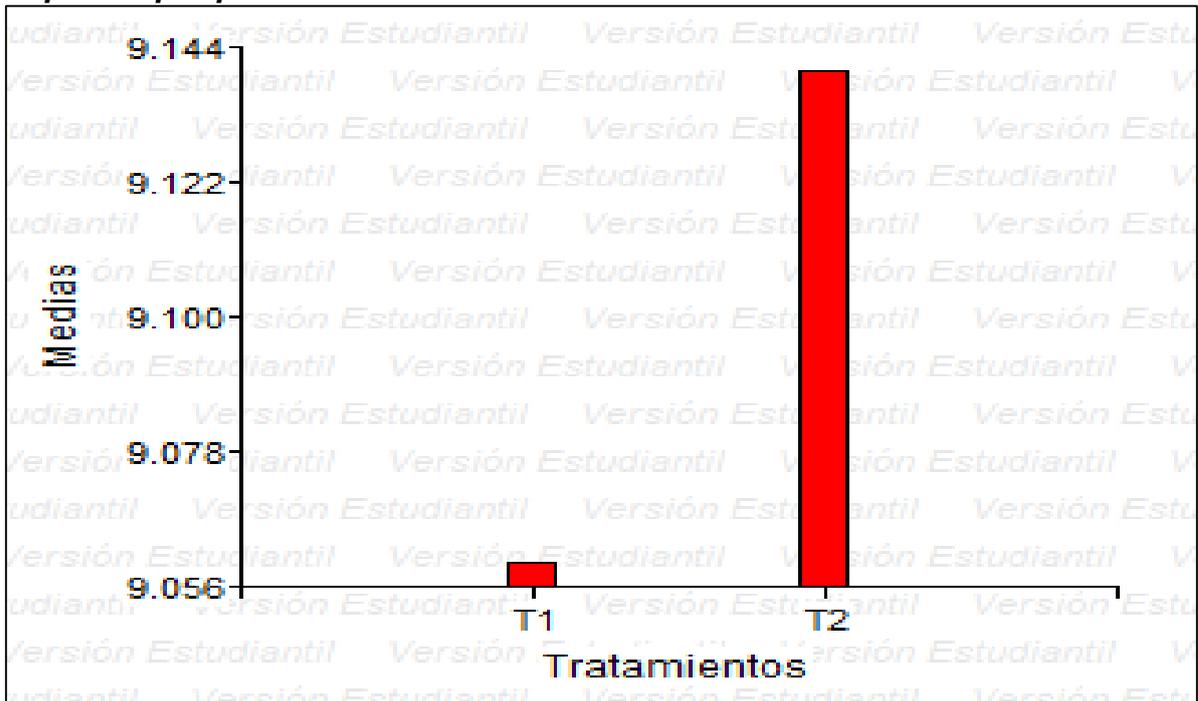
Nueva tabla : 6/8/2024 - 22:47:09 - [Versión : 30/4/2020]

Prueba de Wilcoxon para muestras independientes

Clasific	Variable	Grupo 1	Grupo 2	n(1)	n
(2)	Media(1) Media(2) DE(1) DE(2)	W	p(2 colas)		
tratamientos	numero de vainas por plant..	Drench 1	Fertirriego 2	25	
25	9.06 9.14 0.09 0.11	524.00	0.0183		

Elaborado por: El autor, 2024

Figura 9.
Cápsulas por plantas



Elaborado por: El autor, 2024

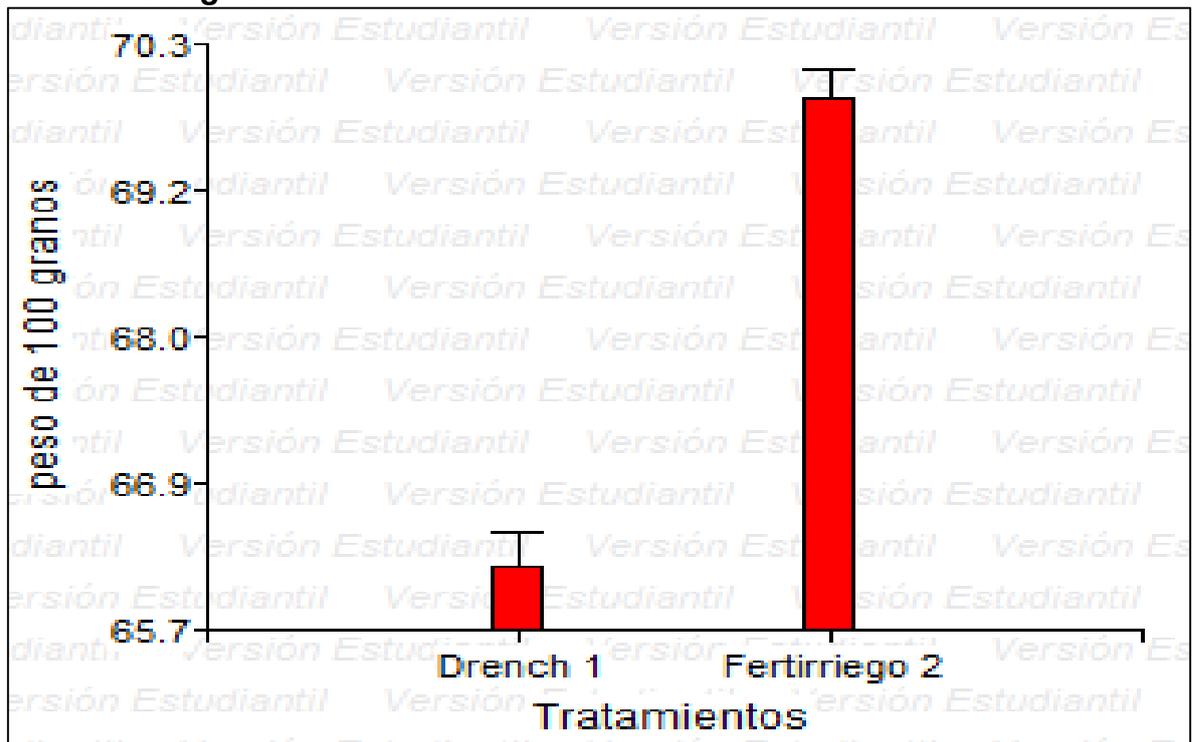
Figura 10.
Análisis de varianza de número de granos por vaina

Prueba de Wilcoxon para muestras independientes

Clasific	Variable	Grupo 1	Grupo 2	n(1)	n
(2)	Media(1) Media(2) DE(1) DE(2)	W	p(2 colas)		
tratamientos	numero de granos por vaina..	Drench 1	Fertirriego 2	25	
25	3.50 3.86 0.44 0.22	496.00	0.0027		

Elaborado por: El autor, 2024

Figura 13.
Peso de 100 granos



Elaborado por: El autor, 2024

Figura 14.
Preparación del terreno



Elaborado por: El autor, 2024

Figura 15.
Compra de materiales



Elaborado por: El autor, 2024

Figura 16.
Zanja para tubería principal



Elaborado por: El autor, 2014

Figura 17.
Orificios para conexión con cintas de riego



Elaborado por: El autor, 2014

Figura 18.
Unión de tuberías



Elaborado por: El autor, 2024

Figura 19.
Elaboración de la estructura del sistema Venturi



Elaborado por: El autor, 2024

Figura 20.
Sistema de filtrado



Elaborado por: El autor, 2024

Figura 21.
Cintas de riego



Elaborado por: El autor, 2024

Figura 22.
Semillas de maní variedad INIAP 381-Rosita



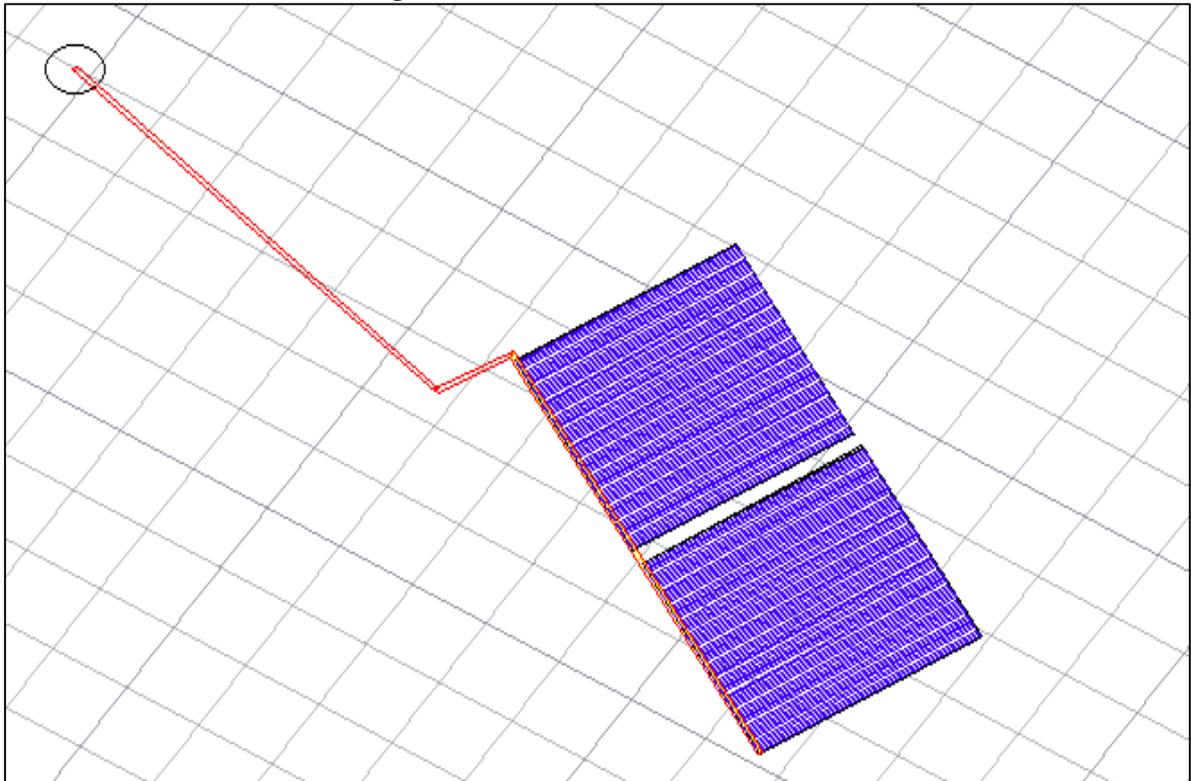
Elaborado por: El autor, 2024

Figura 23.
Siembra del cultivo de estudio



Elaborado por: El autor, 2024

Figura 24.
Diseño del sistema de riego



Elaborado por: El autor, 2024

Figura 25.
Cultivo con 15 días



Elaborado por: El autor, 2024

Figura 26.
Control de malezas



Elaborado por: El autor, 2024

Figura 27.
Fertilización en drench



Elaborado por: El autor, 2024

Figura 28.
Esquema de funcionamiento del Inyector Venturi



Elaborado por: El autor, 2024

Figura 29.
Inyección de las soluciones nutritivas



Elaborado por: El autor, 2024

Figura 30.
Presión de operación



Elaborado por: El autor, 2024

Figura 31.
Aparición de primer flores (20 días)



Elaborado por: El autor, 2024

Figura 32.
Cultivo a los 2 meses de edad



Elaborado por: El autor, 2024

Figura 33.
Revisión de vainas a los 90 días



Elaborado por: El autor, 2024

Figura 34.
Cosecha del maní



Elaborado por: El autor, 2024

Figura 35.
Longitud de vaina del T1 (3mm)



Elaborado por: El autor, 2024

Figura 36.
Longitud de vaina del T2 (4.5mm)



Elaborado por: El autor, 2024

Figura 37.
Peso de 100 granos



Elaborado por: El autor, 2024

Figura 38.
Visita del tutor guía



Elaborado por: El autor, 2024