

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA



Evaluación del efecto de la aplicación de fertilización en el crecimiento inicial de la palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq) en Palmeras del Carmen S.A. del municipio de Maní- Casanare.

Yefferss Jholver Barrera Moreno

CC 1116615982

Programa de Ingeniería Agronómica

2024

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA



Evaluación del efecto de la aplicación de fertilización en el crecimiento inicial de la palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq) en Palmeras del Carmen S.A. del municipio de Maní – Casanare.

Trabajo de grado bajo la modalidad de Practica Empresarial presentado como requisito para optar el título de Ingeniero Agrónomo

Yefferss Jholver Barrera Moreno

CC 1116615982

I.A. MSc. Mónica Liliana Fuentes Beltrán

Programa de Ingeniería Agronómica

2024

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero agradecer a Dios por darme la salud, la fuerza y la perseverancia para completar este capítulo de mi vida. Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mis padres por el amor incondicional que me brindan, su apoyo constante y por sus sabias palabras de consejo. Gracias a la confianza que han depositado en mí, logró superar los desafíos que se han presentado en este camino. Agradezco a mis hermanos por estar siempre conmigo, comprendiéndome y apoyándome en los momentos difíciles.

También quiero agradecer a la Universidad de Pamplona, programa de ingeniería agronómica, docentes y administrativos, pieza clave en mi formación profesional, quiero expresar mi gratitud a mi tutora I.A. MSc. Mónica Liliana Fuentes Beltrán, quien fue una pieza fundamental en mi trabajo de grado, por su valiosa ayuda, paciencia y generosidad al compartir todo su conocimiento y experiencia. A la docente y ex directora del programa I.A. Paola Andrea Hormaza, quienes me han proporcionado una educación excepcional y han jugado un papel fundamental en mi crecimiento académico y profesional.

Quiero extender mi agradecimiento al personal administrativo, profesional y técnico de la plantación palmeras del Carmen S.A. quienes me permitieron hacer parte del equipo de trabajo de la empresa en mi trascurso de pasante universitario y además que siempre se muestran dispuestos a brindar su ayuda y apoyo en todo momento.

Por último, pero igualmente importante, me gustaría expresar mi agradecimiento a todos aquellos amigos, compañeros de clases y una persona muy especial que me colaboro y acompaño en este arduo camino, ella que ha estado a mi lado y me han brindado su apoyo durante este proceso. No puedo ponerle precio a todo el apoyo emocional que me ha brindado. A todos ustedes, gracias.

DEDICATORIA

Mis logros han sido posibles gracias al amor y apoyo incondicional de mis padres. He sido guiado a través de este camino gracias al sacrificio, paciencia y sabiduría que han mostrado. Este logro es de ambos. A mis hermanas por la confianza depositada en mis habilidades por parte suya me han motivado a seguir adelante incluso durante los momentos más complicados. Agradezco a mis amigos por compartir conmigo durante estos años de estudio. La amistad de ustedes ha sido esencial para salir de las rutinas.

Agradezco ampliamente a mi tutora, I.A. MSc. Mónica Liliana Fuentes Beltrán por su orientación invaluable y dedicación inigualable. Su conocimiento y experiencia han sido esenciales para lograr la finalización de este trabajo.

Por último, quiero agradecer a todos aquellos que han influido en mi desarrollo personal y profesional de una u otra manera como lo hizo la docente I.A. Paola Andrea Hormaza por las oportunidades que me brindo. Quiero expresar mi profunda gratitud y aprecio a cada uno de ustedes por su contribución en este trabajo. Mil gracias.

TABLA DE CONTENIDO

1.	RESUMEN	10
2.	ABSTRACT	11
3.	INTRODUCCIÓN	12
4.	PROBLEMA	14
4.1.	Planteamiento problema	14
5.	JUSTIFICACIÓN	15
6.	DELIMITACIÓN	16
7.	OBJETIVOS	17
7.1.	Objetivo general.....	17
7.2.	Objetivos específicos	17
8.	MARCO TEÓRICO	18
8.1.	Antecedentes a nivel nacional e internacional	18
8.1.1.	Nivel nacional	18
8.1.2.	Nivel internacional.....	19
8.2.	Marco contextual	20
8.3.	Bases conceptuales	21
8.3.1.	Clasificación	21
8.3.2.	Morfología	22
8.3.3.	Semilla	23
8.3.4.	Hoja.....	23
8.3.5.	El estúpide	24
8.3.6.	Las raíces	25
8.3.7.	Vivero de una fase	25
8.3.8.	Vivero de dos fases.....	26
8.3.9.	Fertilización	26

8.3.10.	Requerimiento de fertilizantes.....	26
8.3.11.	Humus.....	27
8.3.12.	Riego en el vivero.....	28
9.	MARCO LEGAL.....	28
9.1.	Trabajo de grado	28
9.1.1.	Artículo 35.....	28
9.1.2.	Artículo 36.....	29
10.	METODOLOGÍA.....	29
10.1.	Localización.....	29
10.2.	Tipo de investigación y diseño metodológico	30
10.3.	Descripción de las variables	31
10.4.	Método de análisis	31
10.5.	Material de siembra	31
10.6.	Muestreo	32
10.7.	Fuentes evaluadas	32
10.8.	Factores que influyeron en la fertilización	35
10.9.	Precipitaciones.....	36
11.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	37
11.1.	Numero de hojas	37
11.2.	Largo de la hoja	39
11.3.	Altura de la planta.....	40
11.4.	Diámetro del estípite.....	42
12.	CONCLUSIONES.....	43
13.	RECOMENDACIONES	44
14.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
15.	ANEXOS	49

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía de la palma de aceite (<i>E. guineensis</i> Jacq.)	22
Tabla 2. Propiedades fisicoquímicas.	27
Tabla 3. Producto químico y dosis aplicadas.	33
Tabla 4. Enmienda orgánica y dosis aplicadas.	34

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la plantación Palmeras del Carmen S.A. Maní -Casanare.	30
Figura 2. Croquis del muestreo y delimitación.	32
Figura 3. Planta intoxicada por el fertilizante.	35
Figura 4. Pluviometría.	36
Figura 5. Promedios del número de hojas..	37
Figura 6. Perdida de hojas activas..	39
Figura 7. Promedios del largo de la hoja.	39
Figura 8. Promedios de la altura de la planta.	41
Figura 9. Diámetro del estípite..	42

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1A. Base de datos de las evaluaciones realizadas.....	49
Anexo 2A. Base de datos de las evaluaciones realizadas.....	50
Anexo 3A. Estación meteorológica de la zona.....	51
Anexo 4A. Primera evaluación de las variables vegetativas.....	51
Anexo 5A. Fuentes de fertilización (química y orgánica).....	52
Anexo 6A. Medida de lámina de agua.	52
Anexo 7A. Medidas de humedad en la bolsa con Medidor Pms710.....	53
Anexo 8A. Plagas: gusano cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>) y <i>Leucothyreus</i> sp.	53
Anexo 9A. Control químico de plagas.	54
Anexo 10A. Seguimiento de la pluviometría	54
Anexo 11A. Última evaluación de variables vegetativas.....	55

1. RESUMEN

Se evaluó el efecto de fertilización en plantas de vivero, la evaluación fue realizada en Palmeras del Carmen S.A. plantación ubicada en el municipio de Maní - Casanare, por medio del registro de variables vegetativas en palma aceitera, sometidas a dos tipos de fertilización trabaja por la plantación, una química y otra orgánica (Humus). Al evaluar el efecto de la fertilización aplicadas se obtuvo la mejor respuesta en crecimiento en la fertilización química compara a las que recibieron fertilización orgánica. En promedio, las plantas tuvieron una altura de 80,3 cm, alrededor de 14,4 hojas por planta, un diámetro de estípite de aproximadamente 4,2 cm y longitud de la hoja número 3 de 66 cm. Por lo tanto, se concluye que, de acuerdo con el objetivo de evaluar el efecto de la aplicación del plan de fertilización en el crecimiento de plántulas de palma aceitera en el municipio de Maní – Casanare , la aplicación del fertilizante químico (PRODUMON 12-8-24-3) el cual aporta Nitrógeno Total (N) 12 %, Nitrógeno Amoniacal (NH_4) 8,0 %, Nitrógeno Nítrico (NO_3) 4,0 %, Fósforo asimilable (P_2O_5) 8 %, Potasio soluble en agua (K_2O) 24 %, Magnesio (MgO) 3 %, Azufre (S) 4 %, Zinc (Zn) 0,1 % y Boro (B) fue la que presento mayor eficiencia, al obtenerse promedios más altos que el testigo con enmienda orgánica (Humus). Resultados que se puede atribuir a dosis más altas de fertilizante quimico que se van aumentando con el tiempo, mejorando el rendimiento del crecimiento vegetativo en las plantas. Es de resaltar que las variables vegetativas evaluadas, número de hojas, altura, diámetro del estípite y largo de la hoja presentaron respuestas a diferentes factores y prácticas agronómicas, problemas genéticos, enanismo, malformación de raíces, pigmentación anormal y deformaciones foliares que pudieron influir en la asimilación de nutrientes provocando que las palmas en fase de vivero no expresen su máximo rendimiento y crecimiento.

2. ABSTRACT

The effect of fertilization on nursery plants was evaluated, the evaluation was carried out in Palmeras del Carmen S.A. plantation located in the municipality of Maní - Casanare, through the registration of vegetative variables in oil palm, subjected to two types of fertilization worked by the plantation, one chemical and the other organic (Humus). When evaluating the effect of the applied fertilization, the best growth response was obtained in chemical fertilization compared to those that received organic fertilization. On average, the plants had a height of 80.3 cm, around 14.4 leaves per plant, a stipe diameter of approximately 4.2 cm and length of leaf number 3 of 66 cm. Therefore, it is concluded that, in accordance with the objective of evaluating the effect of the application of the fertilization plan on the growth of oil palm seedlings in the municipality of Maní – Casanare, the application of chemical fertilizer (PRODUMON 12-8 -24-3) which provides Total Nitrogen (N) 12%, Ammoniacal Nitrogen (NH_4) 8.0%, Nitric Nitrogen (NO_3) 4.0%, Assimilable Phosphorus (P_2O_5) 8%, Water-soluble Potassium (K_2O)) 24%, Magnesium (MgO) 3%, Sulfur (S) 4%, Zinc (Zn) 0.1% and Boron (B) was the one that presented the highest efficiency, obtaining higher averages than the control with organic amendment (Humus). Results that can be attributed to higher doses of chemical fertilizer that are increased over time, improving the performance of vegetative growth in plants. It is noteworthy that the vegetative variables evaluated, number of leaves, height, diameter of the stipe and length of the leaf presented responses to different factors and agronomic practices, genetic problems, dwarfism, root malformation, abnormal pigmentation and leaf deformations that could influence the assimilation of nutrients causing the palms in the nursery phase not to express their maximum performance and growth.

3. INTRODUCCIÓN

La palma de aceite (*E. guineensis* Jacq) es la oleaginosa más productiva del planeta, una especie vegetal cuya importancia económica en Colombia ha ido en aumento en las últimas décadas (Fedepalma, 2023). Esta planta, originaria de África occidental, ha encontrado en el territorio condiciones óptimas para su cultivo y producción. Su relevancia económica se evidencia no solo en su capacidad para generar empleo, sino también en su impacto en la formalización laboral (Márquez, 2016). Esta industria constituye un motor crucial en la dinamización del mercado laboral en el país, con más de 191,000 empleos directos e indirectos, de los cuales el 85% se encuentran formalizados. Además de la presencia de aproximadamente 6,900 productores en las cuatro principales zonas palmeras (Márquez, 2016).

El país se posiciona como uno de los principales productores de palma de aceite, ocupando el cuarto puesto en el ranking mundial (Fedepalma, 2023). Destacando su importancia histórica debido a que refleja un crecimiento continuo y un alcance de cifras récord en términos de producción y exportación de aceite de palma. En el año 2022, la industria alcanzó una producción de 1.3 millones de toneladas de aceite de palma destinadas al mercado interno, representando un hito en su desarrollo económico. Asimismo, la exportación de 466,000 toneladas de aceite de palma posicionándose como un actor relevante en el mercado internacional de este producto (Agronet, 2023).

En términos económicos, la agroindustria de la palma de aceite desempeña un papel crucial en el producto interno bruto (PIB) agrícola nacional, contribuyendo un 17% del total y ocupando el cuarto lugar en las exportaciones agropecuarias del país. Con una producción diversificada que incluye aceite de palmiste y otros subproductos, esta industria genera ingresos significativos y promueve la actividad económica en las regiones donde opera. Para lograr rentabilidad en la producción de racimos y de aceite se deben integrar una serie de prácticas agronómicas tanto en vivero como campo, como planificación y mapeo de la plantación, adecuada siembra, control de malezas, manejo integrado de plagas y enfermedades, prácticas adecuadas de cosecha, postcosecha, manejo de riego y la fertilización. Esta última de suma

importancia para mejorar los rendimientos significativamente. La cual se debe implementar en las diferentes etapas fenológicas de la plantación (Agronet, 2023).

La fertilización inicial en viveros de palma de aceite (*E. guineensis* Jacq) es esencial para garantizar el desarrollo óptimo de las plantas, que se consigue al combinar el entendimiento sobre la nutrición mineral de las plantas, la fertilidad del suelo, las propiedades particulares de las enmiendas y fertilizantes junto con el dominio de las técnicas de aplicación de estos elementos (Cerqueira et al., 2010). El éxito de la fertilización radica en que se debe contar con un balance de elementos secundarios y primarios para que cumpla con los requerimientos y necesidades de las plántulas en las diferentes etapas fenológicas de los cultivos, además su uso en el vivero bajo un buen plan de fertilización ayuda a minimizar impactos ambientales asociados con la producción de palma de aceite al reducirse en gran medida la contaminación y degradación del suelo por sustancias sintéticas utilizadas al momento de implementarse en campo (Munévar, 2001).

Diversos estudios en palma de aceite han concluido que, en vivero, los nutrientes que más demanda son Nitrógeno, Fósforo, Potasio y Magnesio, aunque se destaca la importancia de los microelementos especialmente, Azufre, Zinc y Cobre. Aunque la palma de aceite no demanda grandes cantidades de Fósforo en comparación con el Nitrógeno y Potasio, es indispensable que se tenga muy en cuenta a este nutriente durante el desarrollo inicial en el vivero, ya que se desempeña un papel crucial en los procesos fisiológicos de respiración y nutrición, así como para el crecimiento y formación del sistema radicular (Bernal, 2001).

El crecimiento en las plantas se caracteriza por un aumento permanente de su masa, influenciado por la distribución de nutrientes entre sus partes (Taiz y Zeiger, 1991). En el contexto de especies utilizadas comercialmente, la observación de los patrones de crecimiento durante las primeras etapas de desarrollo es crucial para evaluar la calidad de las plantas a la hora de ser trasplantadas al campo, especialmente en el caso de especies perennes como la palma de aceite (Reyes et al., 2008).

Este trabajo tiene como objetivo, evaluar el efecto de la aplicación de fertilización en el crecimiento de plántulas de palma aceitera en el municipio de Maní – Casanare.

4. PROBLEMA

4.1. Planteamiento problema

La fertilización es un componente fundamental en la producción agrícola, y su importancia radica en que esta práctica permite que las plantas puedan obtener los nutrientes que requieren para cumplir con sus funciones fisiológicas y de producción en cultivos de alto valor económico como lo es la palma de aceite (*E. guineensis* Jacq). A pesar de su relevancia, se evidencia que pequeños y medianos productores de palma de aceite no implementan fertilización en las palmeras en la fase de vivero. Este problema plantea una serie de desafíos que afectan tanto la rentabilidad de la industria, como la sostenibilidad ambiental y de las plantaciones (Owen, 2011).

Sumando a esta problemática el mal manejo de la fertilización que se implementa en los cultivos de palma de aceite, los cuales se pueden dar por el momento de la aplicación, dosis de fertilizantes, fuentes inadecuadas y el lugar incorrecto, cuatro requisitos indispensables del concepto básico del manejo responsable de nutrientes donde es recomendable mantener un equilibrio entre los cuatro requisitos (IPNI, 2013). Ya que se sino se cumple se puede generar en la planta deficiencia nutricional y por ende bajo rendimientos debido a que no se satisfacen los requerimientos nutricionales necesarios por las plantas para su desarrollo en cualquiera de sus etapas como el crecimiento (Owen, 2011).

Por esta razón, es importante abordar este problema y buscar soluciones que promuevan una fertilización adecuada y sostenible en las plantaciones de palma de aceite. Ya que esto no solo beneficiará a los productores mejorando la eficiencia de la producción y manteniendo costos moderados en los fertilizantes, sino que también contribuirá a la conservación del medio ambiente reduciendo la contaminación por lixiviados y volatilización de los compuestos inorgánicos presentes en los fertilizantes (León, 2004)

5. JUSTIFICACIÓN

La fase de vivero en el cultivo palma de aceite (*E. guineensis* Jacq), es una fase esencial para la formación de la planta adulta, ya que es donde inicia el crecimiento y formación de sus órganos y sienta las bases para su desarrollo saludable y productivo en fases posteriores. En la plantación Palmeras del Carmen S.A viene implementando estrategias como son el uso de un plan de fertilización química en las plántulas, con el objetivo de reducir el tiempo de permanencia de las palmas en vivero. Razón por la cual se propuso este proyecto de trabajo de grado que busca realizar la evaluación del crecimiento de las plántulas, mediante el registro de las variables vegetativas bajo este plan de fertilización química así como el uso de un testigo orgánico de Humus líquido, para contrastar los resultados obtenidos de crecimiento con los dos tipos de fertilización y de esta manera sugerir cambios en las dosis, combinación de fertilizantes (orgánicos y químicos) para el vivero de esta plantación. Además, uno de los elementos clave que impactan de manera significativa en el éxito de esta fase, es que la planta cuente con los nutrientes necesarios que requiere para la formación de raíz, estúpide y hojas de adecuado tamaño, suministrados mediante la aplicación de fertilizantes con dosis adecuadas de acuerdo a la extracción de materia seca en esta fase, los cuales influyen en la producción de plantas adultas.

Asimismo, una fertilización equilibrada en el vivero promueve un crecimiento más vigoroso y un desarrollo más rápido de las plántulas, facilitando que alcancen el tamaño adecuado para el trasplante. La adecuada nutrición en esta fase también favorece la formación de raíces fuertes, junto con un follaje más abundante y saludable, lo que aumenta el porcentaje de plántulas de calidad con mayores posibilidades de prosperar en el campo. Por último, al mejorar la tasa de crecimiento en el vivero, se reduce el porcentaje de plántulas para descarte y se reduce la pérdida de plantas durante el establecimiento en el campo, lo que genera ahorros económicos significativos para los productores y un uso más eficiente de los recursos disponibles.

6. DELIMITACIÓN

El desarrollo del presente ensayo se enfocó en analizar el plan de fertilización, que se implementa en la plantación en fase de vivero. A través de la evaluación de variables de crecimiento en plántulas de palma de aceite (*E. guineensis* Jacq) bajo una fertilización química y orgánica. Variables que nos permitieron evaluar el efecto de la fertilización. Este trabajo se realizó bajo la modalidad de práctica empresarial, el estudio se llevó a cabo en un período de tiempo de 4 meses iniciando en marzo y culminando en julio del presente año 2024. Para la toma de datos se seleccionó una muestra de 500 plántulas y las mediciones se registraron de manera uniforme y rigurosa a 50 plantas seleccionadas al azar de la muestra, utilizando métodos estándar adecuados, para cada variable. Información base que permitirá que en la plantación de adopten medidas gracias a la información alcanzada.

7. OBJETIVOS

7.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de la aplicación de fertilización en el crecimiento de plántulas de palma aceitera en el municipio de Maní – Casanare.

7.2. Objetivos específicos

Estudiar el manejo de la fertilización que se implementó en la fase de vivero en la plantación Palmeras del Carmen S.A.

Analizar el efecto de la fertilización en el crecimiento de las plántulas.

Contrastar los resultados de las variables morfofisiológicas obtenidas bajo el plan de fertilización con los obtenidos en el testigo (humus líquido).

8. MARCO TEÓRICO

8.1. Antecedentes a nivel nacional e internacional

8.1.1. Nivel nacional

En el trabajo de Rodríguez, (2021). Bajo la modalidad de investigación tipo analítica de campo, titulada “Desarrollo de la primera fase en el efecto de aplicación de materia orgánica como agente de recuperación de algunas propiedades químicas de los suelos cultivados con palma de aceite (*E. guineensis* Jacq)”, evaluó el efecto de aplicación de materia orgánica como agente de recuperación de algunas propiedades químicas de los suelos cultivados con palma de aceite (*E. guineensis* Jacq) en la finca Villa Teresa (Tibú- Norte De Santander). Para el desarrollo del trabajo se seleccionaron 20 plantas al azar siguiendo metodología de zigzag, para luego aplicar 50 Kg de fuentes de materia orgánica las cuales fueron: gallinaza, bovinaza y compost de palma-raquis volviendo a repetir la aplicación 4 meses después de la primera aplicación, dando como resultados que las aplicaciones de fuentes de materia orgánica disminuyen la acidez del suelo y aumentan el porcentaje de carbono orgánico, además al realizar las diferentes aplicaciones de materia orgánica se reducen problemas de erosión por salinización del suelo y se crea un ambiente favorable para las interacciones de los microorganismos conservando la humedad del suelo y por consiguiente la palma presenta un mejor desarrollo de follaje y sistema radicular.

Leal, (2020). Realizo un subproyecto a partir de una investigación desarrollada en conjunto con Cenipalma, que tiene por título “Manejo en vivero de palma de aceite *E. guineensis* Jacq. dentro del proyecto de inducción y desarrollo floral mediante la aplicación de reguladores de crecimiento desarrollado en el Campo Experimental Palmar de la Vizcaína, Santander.”

Evaluaron el desarrollo y crecimiento en vivero de palma de aceite (*E. guineensis* Jacq) para suministrar palmas de buen porte con el fin de inducir tempranamente el desarrollo floral mediante la aplicación de reguladores de crecimiento. Para el desarrollo de la metodología se incluyó rigurosamente todas las actividades que se deben desarrollar en vivero y vivero incluyendo una adecuada fertilización de las plántulas. Dando como resultado que no se detectaron efectos negativos en el crecimiento y desarrollo normal de las palmas durante las dos semanas posteriores a la primera aplicación de reguladores de crecimiento. Se destacó que cualquier efecto fisiológico adverso generalmente se manifiesta después de al menos 20 o 30 días, además que el porcentaje de descarte fue bajo tan solo del 10,16% ya que el descarte normal no debe pasar del 15% y por último que la fertilización foliar en vivero ayuda a obtener buenos resultados en cuanto el desarrollo de las palmas.

8.1.2. Nivel internacional

Aguilera, (2023). Ejecuto una investigación experimental que tiene por título “Efecto de la aplicación de dos fórmulas de fertilización orgánica en el crecimiento inicial de la palma aceitera (*E. guineensis* Jacq) en el caserío centro Raya - Neshuya” donde tuvo como objetivo, evaluar el efecto de la aplicación de dos fórmulas de fertilización orgánica frente a una dosis de fertilización química, en el crecimiento de plantas de palma aceitera en la zona de Neshuya. Utilizando como metodología un diseño completo al azar con 3 tratamientos (2 fuentes orgánicas y 1 química) con 10 muestras por cada tratamiento, para un total de 30 unidades experimentales, cada tratamiento contó con 10 plantas de palma aceitera. Donde se hizo medición de las variables dependientes las cuales fueron: Altura de planta diámetro de estipe, número de hojas por planta, longitud de hoja, ancho de hoja, número de raíces por planta, longitud de raíz, peso fresco de biomasa y peso seco de biomasa. Los resultados mostraron que las variables de crecimiento: longitud y ancho de hoja, número de raíces por planta, longitud de raíz, peso fresco y seco de biomasa total, no mostraron diferencias estadísticas entre los

tratamientos estudiados y que la aplicación de las dos fuentes de fertilización orgánica permitió lograr un crecimiento similar en la palma aceitera, a cuando se aplicó la fertilización química en la fase de vivero.

Hurtado, (2016). Realizo un estudio tipo tesis que tiene por título “Efecto de tres fuentes de materia orgánica para la obtención de plántones de palma aceitera (*E. guineensis* Jacq) híbrido DELI X LA MÉ bajo condiciones de vivero en Tocache” donde su objetivo fue: Determinar el efecto de tres fuentes de materia orgánica y tres proporciones para la obtención de plántones de palma aceitera (*E. guineensis* Jacq.) híbrido Deli x La Mé bajo condiciones de vivero. Para el desarrollo de la metodología utilizo tres fuentes de la materia orgánica (estiércol de aves, estiércol de vaca y escobajo descompuesto de palma aceitera) en combinación con tres dosis diferentes (10%, 20% y 30%). Dando como resultado que la aplicación de estiércol resulto en una mayor altura de la planta al igual que con el tratamiento de escobajo de palma. Mientras que con la dosis más alta de materia orgánica (30%) se alcanzó un número de hojas y biomasa mayor comparado con las dosis de menor proporción y de último quedo el testigo.

8.2. Marco contextual

El trabajo se ejecutó en el municipio de Maní – Casanare que está ubicado en la sabana del llano casanareño, que se dedica principalmente a la ganadería extensiva, el cultivo de arroz y palma africana, como también a la industria petrolera en menor escala.

La empresa Palmeras del Carmen S.A, tienen como función principal el cultivo de Palma de aceite (*E. guineensis* Jacq) para la comercialización del fruto de palma en plantas extractoras ubicadas en el departamento de Casanare. Razón por la cual quiere expandir su superficie de área sembrada, dando origen al inicio de vivero en la zona, donde se planteó la idea de realizar un manejo diferente en la fertilización que trate de reducir el tiempo de las palmas en vivero y de esta manera agilizar la siembra de las palmas de aceite en sitio definitivo y aprovechar las

precipitaciones. La empresa pertenece a un grupo de inversionistas que establecieron una sociedad para administrar y manejar la plantación, según lo establecido en la escritura pública y el registro en la cámara de comercio. Esta sociedad está bajo la dirección de una junta directiva, presidida por uno de los socios y compuesta por otros tres miembros, quienes pueden ser designados por los socios y el gerente.

El desarrollo del vivero con un plan de fertilización experimental por parte de la empresa se da en un momento importante debido a que en la zona rural del municipio de Maní – Casanare se ha hecho una proyección futura por parte de otras empresas palmeras, que para el cabo de 5 años abarcar un área de siembras nuevas de 8,000 hectáreas. Por lo que un acierto en el plan de fertilización utilizado contribuye un avance significativo para llegar a cumplir las metas proyectadas por cada empresa palmera.

El proyecto agroindustrial comenzó en el año 2010 y tiene lugar en el departamento de Casanare, en el municipio de Maní, en la vereda El Socorro, en la finca Bonanza. La empresa está registrada a nombre de Palmeras del Carmen S.A., con el número de identificación tributaria (NIT) 900174333-9 (Rincón, 2022).

8.3. Bases conceptuales

8.3.1. Clasificación

La palma de aceite se clasificada dentro del orden Arecales y la familia Arecaceae, es una de las familias más extensas de monocotiledóneas. En la actualidad, esta familia se divide en cinco subfamilias: Calamoidae, Nipoideae, Coriophoidae, Ceroxyloideae y Arecoidae. La especie más ampliamente utilizada en todo el mundo y la más investigada, es *E. guineensis* Jacq. (Tabla 1.) Originaria de las regiones más húmedas de África tropical, se encuentra de forma

natural en los márgenes de bosques húmedos y a lo largo de los cursos de agua en áreas secas (Martínez, 2012).

Tabla 1. Taxonomía de la palma de aceite (*E. guineensis* Jacq.)

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta.
Clase	Liliopsida.
Orden	Arecales.
Familia	Arecaceae.
Genero	<i>Elaeis</i>
Especie	<i>Elaeis guineensis</i> Jacq

* Fuente Corley y Tinker, (2009).

8.3.2. Morfología

La palma de aceite se caracteriza por su meristemo apical único del cual emergen yemas folios, experimentan un lento desarrollo inicial de las hojas que tarda generalmente de dos a tres años hasta que los foliolos se abren en el centro de la corona, ambientales bajo condiciones favorables. La planta presenta un tallo único de tipo pleonántico, con inflorescencias que surgen en las axilas de las hojas. El estípite, erecto, retiene las bases peciolares de las hojas hasta la etapa adulta, dejando cicatrices notables tras la caída de estas. La palma de aceite produce inflorescencias en ciclos alternados de duración variable y el desarrollo inicial de la inflorescencia dura de dos a tres años (Hormaza et al. 2012).

La antesis de la inflorescencia femenina acontece en la hoja 17-20 y el racimo maduro puede alcanzar más de 50 cm de largo y 35 cm de ancho, conteniendo tallos de espiguillas donde se insertan los frutos y espinas. El fruto es una drupa sésil, variando en forma y coloración

durante el desarrollo, con la clasificación de las formas en el grosor del cuesco en Dura, Tenera y Piscifera (Hormaza et al. 2012).

8.3.3. Semilla

Se trata de una nuez que se encuentra en el centro del fruto. Las semillas de la especie *E. guineensis* Jacq tienen un endocarpio o cuesco de dureza variable (con un ancho que va de 0,5 hasta 5 mm), y de una a tres almendras provenientes de un ovario tricarpelar. Este ovario está formado por un tegumento delgado de color marrón oscuro, cubierto por un tejido fibroso, y un endospermo aceitoso, duro y de tono blanco grisáceo, que presenta una cavidad central. El embrión es de forma lineal y se ubica frente al poro germinal, pero está separado de él por el opérculo, que está compuesto por una capa delgada de células del endospermo. Para adquirir semillas de manera efectiva, es recomendable recolectar los racimos antes de que los frutos comiencen a caer, habitualmente alrededor de cinco meses después de la polinización. Después de la recolección, se retiran la capa externa del fruto (exocarpio) y la capa intermedia (mesocarpio), expuesta la semilla. Posteriormente, la semilla se somete a un proceso de secado para prevenir la germinación prematura, y se almacenan a una temperatura controlada entre 20 y 22 °C, con un ambiente de humedad entre el 18-19% (Hormaza et al. 2012).

8.3.4. Hoja

Durante las primeras etapas de crecimiento de la palma, las hojas experimentadas significativos cambios en su forma desde la germinación. Inicialmente, las hojas son estrechas y elípticas, con puntas en ambos extremos, conocidas como eófilos. Luego, se dividen a lo largo del raquis cerca del ápice, transformándose en hojas bífidas. Con el tiempo, las hojas comienzan

a rasgarse en dos lugares: a lo largo de los pliegues y en los bordes exteriores, donde se desprenden tiras marginales liberando las puntas de los foliolos. La lámina foliar se desarrolla sobre el raquis en dos secciones al principio lisas luego, se forman pliegues en zigzag. En cada pliegue adaxial, crece el tejido vascular, formando la vena central de cada foliolo, hasta que los pliegues abaxiales se separan. A medida que la hoja madura, el raquis se alarga, separando los foliolos entre sí.

La relación de las hojas con el eje se denomina filotaxia, lo que resulta en la formación de grupos de espirales. En la palma de aceite se pueden distinguir dos grupos de espirales: uno compuesto por ocho espirales, donde cada octava hoja se encuentra en la misma espiral si se numeran las bases foliares en el orden de formación de las hojas. Esto significa que las hojas numeradas como 1, 9, 17 se alinean verticalmente. Por otro lado, se forma otra espiral en sentido contrario, donde cada decimotercera hoja se ubica en la misma espiral, pero de manera más vertical. Algunos autores mencionan patrones compuestos por cinco hojas intermedias, donde la primera espiral incluye las hojas 1 a 5. Al observar las palmas, se puede notar que muchas exhiben una filotaxia derecha, comenzando desde la derecha y descendiendo hacia la izquierda, aunque también se presenta lo opuesto que es una filotaxia izquierda (Ramirez, 2019).

8.3.5. El estípite

La característica principal de la palma de aceite radica en su único tallo de tipo pleonántico, donde las inflorescencias emergen en las axilas de las hojas. Su estípite es erecto, solitario y columnar, retiene las bases de las hojas hasta la madurez, dejando cicatrices visibles al caer estas. El estípite tiene tres funciones fundamentales: proporcionar soporte a las hojas, transportar agua y nutrientes por el sistema vascular, además de servir como órgano de nutrientes de almacenamiento especialmente potasio. Los cambios en el diámetro del tallo pueden indicar el manejo de una plantación, reflejando variaciones en el estado de la palma (Villegas, 2020).

8.3.6. Las raíces

El sistema radicular de la palma de aceite es de tipo fasciculado. A partir de la emergencia de la plántula, se desarrolla una radícula que rápidamente es reemplazada por raíces adventicias, las cuales emergen en el punto de unión entre la radícula y el hipocótilo. Durante el primer año, se puede diferenciar la radícula de las raíces adventicias. La radícula crece hacia abajo, presenta una ligera ondulación y termina en un ápice puntiagudo, blanco y con una cofia. Este tipo de raíz crece continuamente, alcanzando hasta 50 cm de longitud y 1,5 mm de diámetro. Desde el primer mes tras la emergencia, se desarrollan raíces adventicias primarias con una alta tasa de producción durante el primer año.

En la radícula y las raíces adventicias se presenta un patrón de ramificación de raíces laterales, clasificadas en largas, medianas y cortas, que se insertan en un ángulo de 90°. Las raíces largas superan los 10 cm de longitud, las medianas no alcanzan esta medida, y las cortas no sobrepasan los 1,5 cm de longitud (Hormaza et al. 2012).

8.3.7. Vivero de una fase

El vivero de una sola fase implica sembrar semillas germinadas y diferenciadas directamente en bolsas grandes, que se organizan en camas dos o tres meses después de la siembra. Estas bolsas se separan cuando tienen entre 10 y 12 meses de edad, momento en el que están preparadas para ser trasplantadas como sitio definitivo. Existe otra modalidad de viveros de una sola fase en la que las bolsas grandes se llenan y separan desde el inicio del establecimiento del vivero. En estos viveros, se recomienda destinar una sección para sembrar hasta un 5% del pedido total de semillas en bolsas pequeñas, con el objetivo de reemplazar las que se presenten un desarrollo anormal.

8.3.8. Vivero de dos fases

Este método de vivero comprende dos fases distintas. En la primera, se siembran semillas germinadas y diferenciadas en bolsas pequeñas, donde las plántulas se desarrollan hasta alcanzar una edad de dos a tres meses. En la segunda fase, las plántulas de esta edad son trasplantadas a bolsas grandes, donde se mantienen hasta poco antes de ser llevadas al campo, aproximadamente siete u ocho meses después (Bautista, 2003).

8.3.9. Fertilización

La fertilización en el vivero se realiza con el propósito de proporcionar a las plántulas las nutrientes esenciales para su correcto desarrollo y salud óptima. Cada programa de fertilización se adapta específicamente a las condiciones particulares de un vivero, lo que puede variar según el tipo de suelo, el clima y las necesidades específicas de las plántulas. Es fundamental contar con la orientación de un ingeniero agrónomo para interpretar el análisis químico del suelo y diseñar un programa de fertilización personalizado, que incluya la selección de fertilizantes y fuentes adecuadas, las dosis por plántula, la aplicación, el método de aplicación y la que se tienen en la aplicación y la búsqueda de las condiciones climáticas para optimizar su eficacia (Bautista, 2003).

8.3.10. Requerimiento de fertilizantes

Durante la fase de vivero de la palma de aceite, los nutrientes más consumidos son N, P, K y Mg, aunque se destaca la importancia de los microelementos especialmente, el S, Zn y Cu. Aunque la palma de aceite no demanda grandes cantidades de fósforo en comparación con el

nitrógeno y potasio, se requiere prestar atención especial a este nutriente durante el desarrollo inicial en el vivero, ya que se desempeña un papel crucial en los procesos fisiológicos de respiración y nutrición (Bernal, 2001). En vivero plántulas requieren N (30 g), P (10 g), K (10 g) y B (0,5 g) (Cenipalma, 2018).

8.3.11. Humus

El humus sólido como sus lixiviados se utilizan como enmiendas orgánicas, que aportan carbono orgánico al suelo. Estos productos orgánicos mejoran las condiciones físicas y químicas del suelo, aportando diferentes componentes (Tabla 2), aumentando su capacidad para movilizar y absorber nutrientes (Cruz, 2013).

Tabla 2. Propiedades fisicoquímicas.

Materia orgánica	65-70%
Humedad	40-45%
Nitrógeno	1,5-2,0%
Fósforo	2,0-2,5%
Potasio	1,0-1,5%
Ácidos Húmicos	3,4 a 4%

* Fuente. Cruz, (2013)

8.3.12. Riego en el vivero

El método más comúnmente empleado y reconocido es el riego por aspersión; no obstante, en el ámbito de tecnología avanzada se prefiere el sistema de riego por goteo o fertirriego. Cuando se opta por el riego por aspersión en las plántulas del vivero principal, se aconseja aplicar entre 6 mm a 10 mm de agua al día. Dependiendo de las condiciones ambientales, si la precipitación supera los 10 mm diarios, el riego no es necesario; de lo contrario, se vuelve esencial (Raygada, 2005).

9. MARCO LEGAL

9.1. Trabajo de grado

Para la realización de trabajo de grado el estudiante debe cumplir la normativa según los alineamientos del reglamento estudiantil, el acuerdo número 186 del 02 de diciembre del 2005. Según el artículo 35 y 36 del capítulo VI de trabajo de grado.

9.1.1. Artículo 35.

Definición de Trabajo de Grado: La Universidad de Pamplona, establece como requisito para obtener el título profesional la realización de un trabajo especial conocido como “Trabajo de Grado”. Este proyecto consolida la información integral del estudiante, permitiéndole

desarrollar estrategias, ejecutar y planear proyectos utilizando sus conocimientos universitarios en problemas o necesidades que le sean útiles a futuro (Universidad de Pamplona, 2005).

9.1.2. Artículo 36.

Modalidades de trabajo de grado: El proyecto de grado se llevará a cabo bajo la modalidad de Práctica Empresarial, el que implica que el estudiante asista una labor profesional en una empresa durante un período de tiempo determinado. Al optar por esta modalidad, el estudiante de la que se ha de presentar al director de Departamento un anteproyecto que incluya información como el nombre y descripción de la empresa, los objetivos de la práctica, el tipo de actividad de desarrollar, el tutor designado en la empresa, un cronograma detallado de las actividades, detalles sobre el presupuesto si corresponde, como una copia así del acuerdo entre la universidad y la empresa o una carta de aceptación de la empresa (Universidad de Pamplona, 2005).

10. METODOLOGÍA

10.1. Localización

La evaluación se realizó en la plantación Palmeras del Carmen S.A, ubicada en el kilómetro 14 vía la poyata, finca Bonanza, vereda el Socorro del municipio de Maní – Casanare (Figura 1), con coordenadas (4°42'50.9"N 72°17'48.7"W), el sustrato utilizado para el llenado de bolsas de polipropileno fue tierra de la misma zona, a la cual se le agregó 200 g de Cal

Dolomita antes de hacer el trasplante y luego de la siembra de la palma de aceite se agregó una capa de cascarilla de arroz y cascarilla de cuesco de palma (endocarpio) de aproximadamente 2 cm alrededor de la plántula cubriendo todo el área de la superficie de la bolsa (Suarez, 2005).

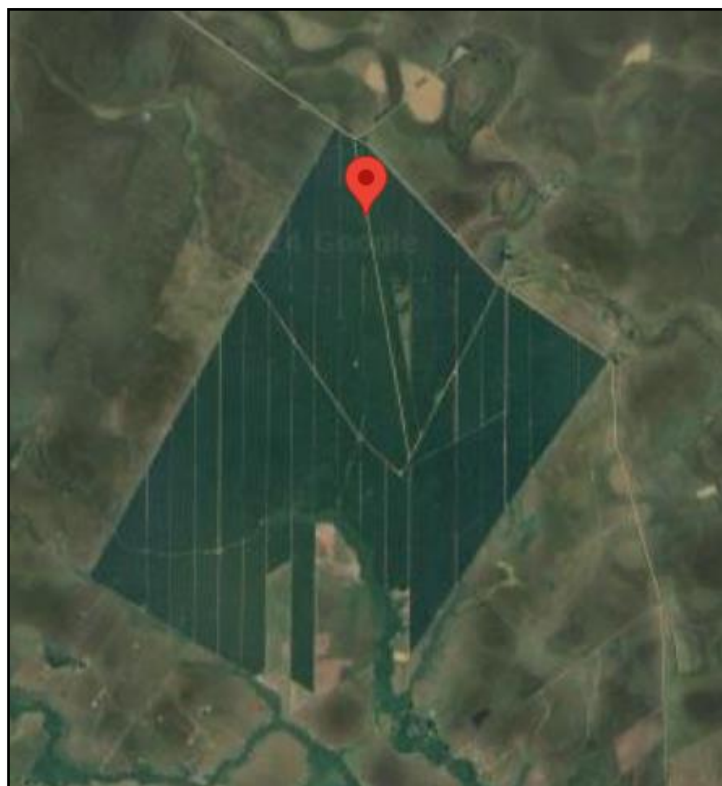


Figura 1. Ubicación de la plantación Palmeras del Carmen S.A. Maní -Casanare. Fuente: Google maps, 2024

10.2. Tipo de investigación y diseño metodológico

El tipo de investigación fue observacional donde se comparó el efecto de dos fuentes de fertilización, química y orgánica (Humus), en aplicaciones consecutivas acordes al plan de fertilización establecido durante la fase de la evaluación experimental. Donde se evaluaron las variables vegetativas, en un lote delimitado de 500 plántulas de las cuales se seleccionaron completamente al azar 50 plántulas para la aplicación de las dos fuentes de fertilización.

10.3. Descripción de las variables

Variable independiente, en este caso es fue la aplicación de los fertilizantes PRODUMON 12-8-24-3 de la empresa monómeros y humus líquido de la empresa DJI Agriculture.

Las variables dependientes fueron la altura de la plántula, diámetro del estípite, numero de hojas por planta, longitud de la hoja. Las cuales se evaluaron de la siguiente manera. La extensión del raquis se determinó midiendo la longitud de la hoja 3 desde la base del pecíolo hasta el extremo apical de la hoja. El tamaño del bulbo se determinó midiendo con un vernier el ancho del bulbo de la planta a una distancia de 1 a 2 cm desde donde se emite la raíz. También se llevó a cabo un recuento de todas las hojas completamente formadas a partir de la hoja 1. Estas variables se evaluaron quincenalmente a través de la recolección de datos en las plántulas seleccionadas, las cuales se encontraban en un estadio 129, el material de siembra utilizado fue # S (Short) el cual es cruce DE LI x LA MÉ (Rodríguez, Jiménez 2013).

10.4. Método de análisis

Para el análisis observacional se tomaron datos de las variables de crecimiento, teniendo en cuenta la respuesta de las plantas de palma de aceite a la variable independiente en este caso los dos tipos de fertilización PRODUMON 12-8-24-3 y humus líquido.

10.5. Material de siembra

El material de siembra utilizado está bajo el nombre comercial SHORT (#S). El cuál es el resultado de una estrategia que usaron los productores de semillas certificadas, para reducir el crecimiento en altura, prolongar el ciclo de cultivo y facilitar la cosecha de los racimos. Para

la producción de las semillas #S, se seleccionaron progenitores con altas capacidades de rendimiento en racimos y aceite IRHO (1001 - 7001 - 2501), pero que crecen más lentamente. Bajo condiciones normales de agua, la opción #S limita el crecimiento vertical aproximadamente 46- 50 cm por año, variedades Deli x La Mé (PalmElit, 2017).

10.6. Muestreo

Se realizó la delimitación de 5 filas, las cuales contaban con 118 palmas. Las medidas vegetativas se realizaron a 50 palmas escogidas aleatoriamente en zig zag (Figura 2). Las evaluaciones se realizaron cada 15 días.

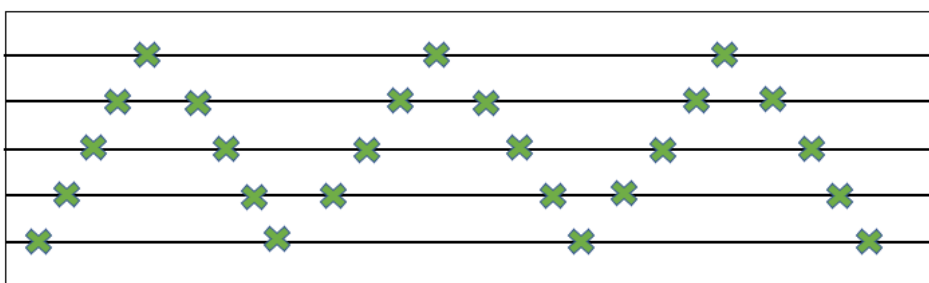


Figura 2. Croquis del muestreo y delimitación. Fuente. Barrera, (2024)

10.7. Fuentes evaluadas

En el vivero de la plantación se usa un fertilizante químico compuesto que proporciona todos los nutrientes requeridos en una sola aplicación. Nombre del producto PRODUMON de la empresa monómeros, el cual aporta Nitrógeno Total (N) 12 %, Nitrógeno Amoniacal (NH_4) 8.0 %, Nitrógeno Nítrico (NO_3) 4.0 %, Fósforo asimilable (P_2O_5) 8 %, Potasio soluble en agua

(K₂O) 24 %, Magnesio (MgO) 3 %, Azufre (S) 4 %, Zinc (Zn) 0.1 % y Boro (B), producto que aporta tanto macronutrientes como micronutrientes, indispensables en estas primeras fases de crecimiento. Para contrastar la eficiencia del fertilizante PRODUMON, se aplicó humus líquido, el cual se compró comercialmente como enmienda orgánica, siendo de uso muy común para mejorar o complementar propiedades físico-químicas y nutricionales en la plantación. La fecha y dosis aplicadas del fertilizante (Tabla 3) y del Humus líquido como enmienda orgánica (Tabla 4) se detallan a continuación.

Tabla 3. Producto químico y dosis aplicadas.

Fecha	Producto	Dosis (gr)
4/03/2024	12-8-24-3.	7
8/03/2024	12-8-24-3.	7
12/03/2024	12-8-24-3.	7
16/03/2024	12-8-24-3.	7
19/03/2024	12-8-24-3.	7
28/03/2024	12-8-24-3.	7
3/04/2024	12-8-24-3.	7
6/04/2024	12-8-24-3.	7
9/04/2024	12-8-24-3.	15
19/04/2024	12-8-24-3.	15
23/04/2024	12-8-24-3.	15
30/04/2024	12-8-24-3.	20
11/05/2024	12-8-24-3.	25
17/05/2024	12-8-24-3.	30
20/05/2024	12-8-24-3.	1
24/05/2024	12-8-24-3.	30
29/05/2024	12-8-24-3.	30

Total	237
--------------	-----

*Fuente. Barrera, (2024)

Tabla 4. Enmienda orgánica y dosis aplicadas.

Fecha	Producto	Dosis (ml/L)
4/03/2024	Humus liquido	100
8/03/2024	Humus liquido	100
12/03/2024	Humus liquido	100
16/03/2024	Humus liquido	100
19/03/2024	Humus liquido	100
28/03/2024	Humus liquido	100
3/04/2024	Humus liquido	100
6/04/2024	Humus liquido	100
9/04/2024	Humus liquido	200
19/04/2024	Humus liquido	200
23/04/2024	Humus liquido	200
30/04/2024	Humus liquido	200
11/05/2024	Humus liquido	200
17/5/2024	Humus liquido	200
20/05/2024	Humus liquido	200
24/05/2024	Humus liquido	200
29/05/2024	Humus liquido	200
Total		2600

*Fuente. Barrera, (2024).

10.8. Factores que influyeron en la fertilización

La aplicación de los fertilizantes es un factor clave que determina el nivel de rendimiento. Sin embargo, se puede ver influenciado por prácticas agronómicas inadecuadas que afectan el potencial de respuesta de las palmas a la aplicación del fertilizante (Aguilera, 2023). En este caso en específico el mantenimiento del vivero no era el adecuado en dos factores importantes. El Riego, que se mantuvo el vivero no cumplía con la demanda hídrica de la plántula, presentaba un déficit hídrico con láminas de agua muy por debajo de las recomendadas lo que provocó una intoxicación severa en las plantas (Figura 3) y el segundo es que, en el momento de la siembra a vivero, un gran porcentaje de plantas quedaron muy profundas lo que afectó la adaptabilidad de las plántulas de palma.



Figura 3. Planta intoxicada por el fertilizante.

Fuente: Barrera, (2024).

10.9. Precipitaciones

Las precipitaciones que se presentaron en el lugar de estudio durante el transcurso de los meses en los que se realizaron las medidas de las variables vegetativas (número de hojas, largo de la hoja, altura de la planta y diámetro del estípite), fueron reportadas por la estación meteorológica del lugar (Figura 4).

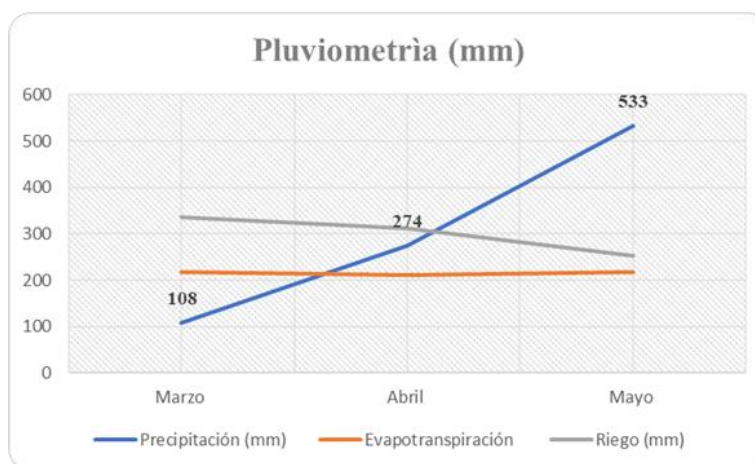


Figura 4. Pluviometría. Fuente: Barrera, (2024).

Los resultados de las precipitaciones se pueden relacionar directamente con los obtenidos en las mediciones de las variables vegetativas, ya que en el mes que se presentó mayor precipitación (mayo), fue el mes en que se notaron diferencias significativas en las medidas obtenidas de las plantas con el plan de fertilización químico comparado a las plantas testigo con aplicación de enmienda orgánica.

11. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

11.1. Numero de hojas

El registro y análisis del número de hojas por planta en vivero nos permite determinar la tasa de emisión foliar y de esta manera cuantificar la cantidad de hojas que una palma emite durante un periodo específico de tiempo en respuesta a las aplicaciones y dosis de fertilización utilizadas. Los promedios de las evaluaciones por mes se observan a continuación figura 5.

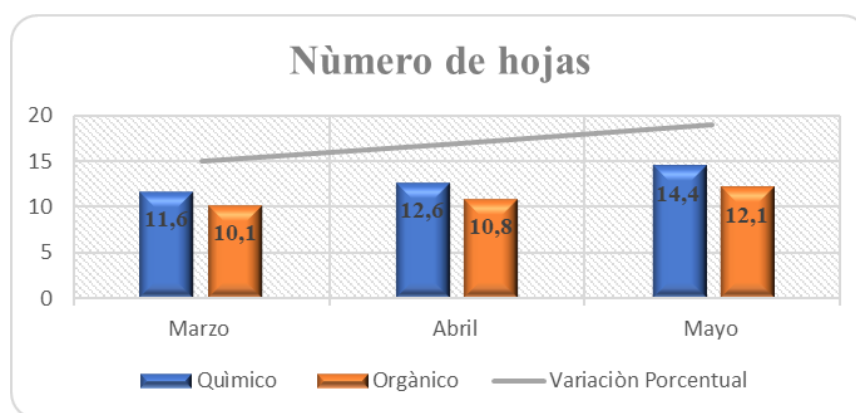


Figura 5. Promedios del número de hojas. Fuente: Barrera, (2024).

Promedios de los dos tratamientos muestran la superioridad del tratamiento químico.

Los resultados obtenidos en los tratamientos químico y orgánico presentaron una tendencia similar ascendente a través del tiempo, observando que en el mes de marzo el tratamiento químico (PRODUMON) presento un promedio de 11,6 hojas por planta, mientras que el tratamiento orgánico (Humus) se obtuvo un promedio de 10,1 hojas por planta, obteniendo una superioridad la fertilización química con una diferencia de 1,6 hojas respecto a la fertilización orgánica. Para el mes de abril se mantuvo la tendencia ascendente y superioridad

por parte de la fertilización química con un promedio de 12,6 hojas por planta versus un promedio de 10,8 hojas por planta por parte de la fertilización orgánica. El mes de mayo fue el mes donde se observó una diferencia significativa entre los dos tratamientos ya que el tratamiento químico se observó un resultado de 14,4 hojas por planta, superando nuevamente al tratamiento orgánico del cual se obtuvo un promedio de 12,1 hojas por planta. Dando como resultado una diferencia de 2,3 hojas en la fertilización química

Los resultados obtenidos demuestran que la variable de numero de hojas por planta presento su emisión de hoja mensualmente. Contrastando los resultados de los dos tratamientos se observa una superioridad y mejor respuesta en las plantas que se aplicó el fertilizante químico, posiblemente por la absorción rápida de las fuentes de síntesis química. Por otra parte, el tratamiento orgánico que se usó como testigo presento una emisión de hojas más baja pero ascendente en el tiempo lo que nos indica que las fuentes orgánicas también pueden satisfacer las necesidades de las plantas en etapa de vivero.

Como menciona Dávila (2013) el cual en su trabajo realizado menciona que se presentan significancias entre los tratamientos lo que da a entender que las diferentes dosis de fertilizantes químicos como orgánicos aplicados a las plantas influyen en el número total de hojas. En la evaluación de esta variable es de resaltar que las diferencias entre los dos tratamientos pudieron ser más significativas pero debido a una mala aplicación del fertilizante químico (edáfica) por parte del personal, se perdieron varias hojas activas en el transcurso del tiempo (Figura 6) lo que influye directamente en los resultados obtenidos.



Figura 6. Perdida de hojas activas. Fuente: Barrera, (2024).

11.2. Largo de la hoja

La variable de la longitud de hoja se evaluó cada 15 días, pero en este caso se promedió los resultados mensualmente durante un tiempo de tres (3) meses el cual fue el lapso de tiempo que se delimito por entrega de trabajo final. Los resultados obtenidos se muestran a continuación (Figura 7)

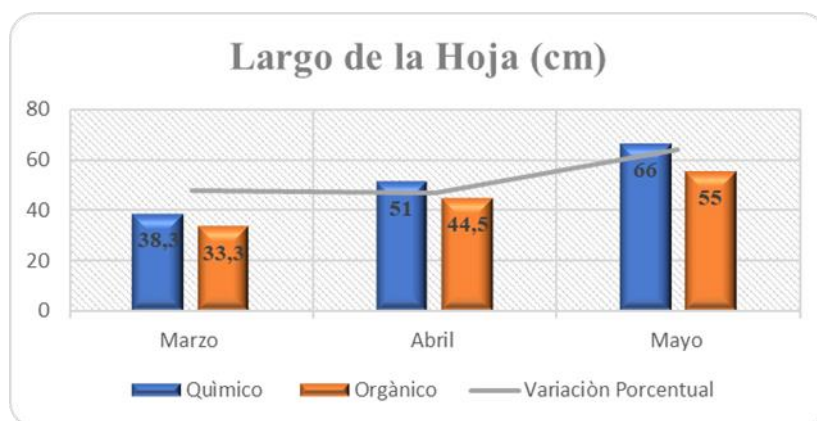


Figura 7. Promedios del largo de la hoja. Fuente: Barrera, (2024)

Los promedios obtenidos muestran una tendencia ascendente con superioridad del tratamiento químico.

Los resultados en esta variable permitieron determinar que la fertilización química fue el tratamiento que presentó mejor respuesta con una tendencia ascendente a través del tiempo, debido a que se evidenció una mayor longitud de hoja en los diferentes meses comparado con el tratamiento orgánico que presentó una longitud con un promedio más bajo de 55 cm. En el mes de mayo fue donde se presentó una mayor diferencia entre los dos tratamientos, la fertilización química presentó un promedio de 66 cm mientras que el testigo con enmienda orgánica presentó un promedio de 55 cm, las aplicaciones de síntesis química se ve favorecida por las precipitaciones de este mes las cuales fueron altas, provocando una humedad suficiente para que el fertilizante pueda presentar una absorción más rápida y una mayor disposición para el cultivo.

Resultados que al ser comparados con otros trabajos similares como el de Colina, (2014), menciona que fertilizaciones químicas con un porcentaje mayor en potasio (K) y una buena humedad da como resultado un mayor desarrollo del área foliar, debido a que se activan catalizadores de reacciones bioquímicas en los puntos de crecimiento y también se obtuvieron resultados similares al realizado por Lucas (2020) y Amasifuen (2016), cuyas plantas se le aplicaron fertilizaciones químicas alcanzando longitudes de hoja de 63,6 cm y 66 cm en un transcurso de tiempo similar.

11.3. Altura de la planta

Los promedios obtenidos en esta variable arrojan un resultado similar a las anteriores, donde se presenta una línea de tendencia ascendente (Figura 8) en los resultados obtenidos en las evaluaciones de los dos tratamientos

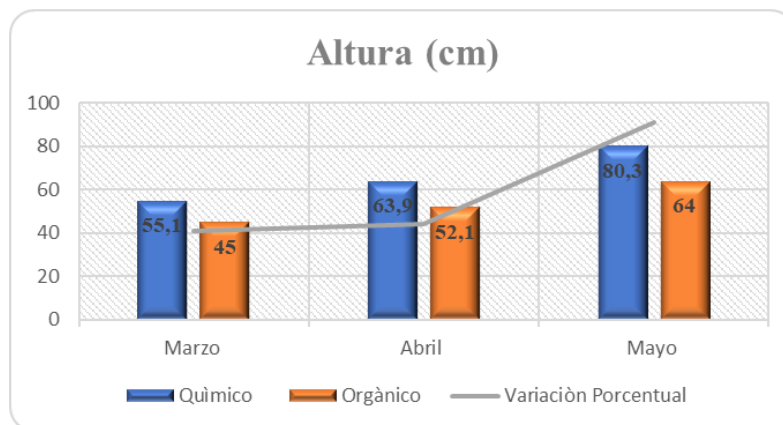


Figura 8. Promedios de la altura de la planta. Fuente. Barrera, (2024).

Los promedios muestran una varianza porcentual no significativa en los meses de marzo y abril.

Los resultados obtenidos demuestran la superioridad de la fertilización química frente a la fertilización orgánica, durante el lapso de tiempo en los meses de marzo y abril no presentaron una varianza porcentual muy marcada, pero para el mes de mayo si se obtuvo una varianza más significativa, con una altura promedio 80,3 centímetros para el tratamiento químico contrastado con una altura promedio de 64 centímetros para el tratamiento orgánico. Estos resultados se pueden atribuir al porcentaje de potasio presente en el fertilizante como lo menciona Colina, (2014), que considero la importancia fundamental que tiene este componente en mantener el equilibrio y turgor celular, su participación en la regulación de los estomas y su papel esencial en almacenar los carbohidratos necesarios para el crecimiento de las plantas.

Por otra parte, se presentaron diferencias similares a otros resultados obtenidos en otras investigaciones como la de Aguilera (2023), en donde menciona que la variabilidad en la altura ocurre porque en algunos casos, la hoja no termina de expandirse y muestra una medida más pequeña. Por otro lado, hay otras hojas que alcanzan el 100% de apertura al mes y esto contribuye a un mayor crecimiento en altura de la planta, también por el material genético que se maneja el cual presenta portes diferentes y el tipo de fertilización

11.4. Diámetro del estípite

La variable del diámetro del estípite se evaluó de igual manera que las variables de número de hojas, altura y largo de la hoja, cada 15 días, pero los resultados se promediaron por mes para su análisis. Variable que presentó resultados iguales a las otras, ascendentes en el tiempo y con una superioridad marcada por parte del tratamiento químico

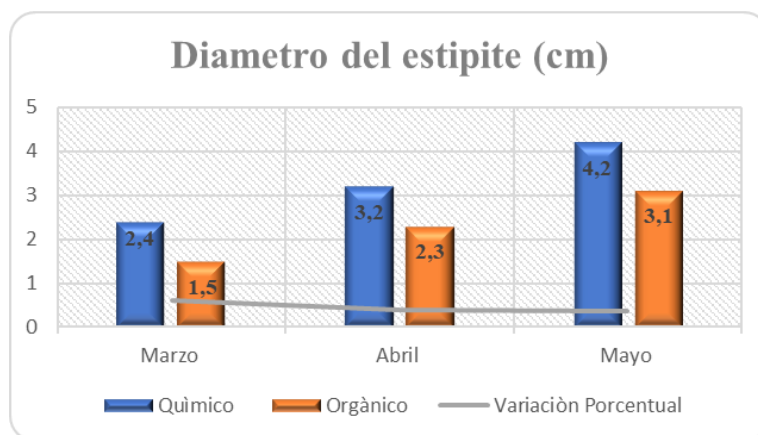


Figura 9. Diámetro del estípite. Fuente: Jholver Barrera, (2024).

Los promedios obtenidos determinan una varianza significativa para el mes de que luego se disminuyó con el tiempo.

En los resultados obtenidos se evidencia que en el mes de marzo se presentó una varianza porcentual mayor a la de los otros meses, esto se puede atribuir al manejo inadecuado que se le venía haciendo al vivero en los factores mencionados, los cuales son déficit hídrico y un trasplante a vivero muy profundo, lo que evito que algunas plantas expresaran su máximo rendimiento vegetativo. De igual forma en el transcurso del tiempo los mejores resultados se expresaron en el mes de mayo, donde la fertilización química reporto un promedio de 4,2 cm

mostrando una superioridad significativa frente al promedio obtenido del tratamiento testigo que reporto 3,1 cm para el mismo mes.

Resultados similares se encontraron en los trabajos realizados por Dávila, (2013) y Aguilera (2023), los cuales reportaron significancias en los tratamientos en el transcurso del tiempo y asumieron que una posible explicación para estas diferencias encontradas en la medición del diámetro del estípite podría ser que, al igual que con las evaluaciones de número de hojas, altura de la planta y longitud de la hoja, había variabilidad por las diferentes fuentes y dosis de fertilización utilizadas las cuales presentan respuestas de asimilación diferentes en las plantas provocando eficiencias y resultados diferentes para cada una de ellas. Y que normalmente en la fertilización química se presenta mayores rendimientos porque su disponibilidad para el cultivo suele ser más rápida que otras fuentes orgánicas.

12. CONCLUSIONES

- De acuerdo con el objetivo general del estudio experimental y los resultados obtenidos, se concluye que la aplicación del fertilizante químico (PRODUMON) fue la que presentó mayor eficiencia, al obtenerse promedios más altos que los promedios de los testigos con enmienda orgánica (Humus).
- Al aplicarse dosis más altas de fertilizante químico, se empiezan a notar diferencias significativas en las variables vegetativas como las obtenidas en el mes de mayo, donde se empezó la aplicación de 30 g por planta.
- Al observarse las diferentes dificultades que presentó el vivero en temas de mantenimiento, se sugiere hacer un estudio experimental más detallado donde se puedan obtener resultados más precisos.

- La fertilización orgánica presentó una tendencia ascendente, pero con un rendimiento menor al compararse con la fertilización química, de igual forma la línea de tendencia ascendente nos indica que satisface un porcentaje significativo en la nutrición de las plantas llegando a ser un complemento de gran importancia al integrarse en un plan de fertilización en etapa de vivero.

13. RECOMENDACIONES

- Para obtener mejores resultados en las evaluaciones de las variables vegetativas se recomienda asesorarse para hacer un mantenimiento y seguimiento adecuado de las labores que se realizan en el vivero.
- Se recomienda que en los viveros de dos fases al momento del trasplante de pre vivero a vivero las plantas no queden profundas ya que es un factor que influye en el rendimiento de las plántulas en esta etapa.
- Se recomienda hacer uso de más fuentes de fertilización para observar las respuestas de las variables vegetativas en las plantas y de esta manera buscar las dosis y fuentes de fertilización más adecuadas con la finalidad de hacer expresar el máximo rendimiento de desarrollo en etapa de vivero.

14. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agro net. (2023). La palma de aceite, un sector agroindustrial que aporta 17% al PIB agrícola nacional. Obtenido de <https://www.agronet.gov.co/Noticias/Paginas/La-palma-de-aceite,-un-sector-agroindustrial-que-aporta-17-al-PIB-agr%C3%ADcola-nacional.aspx#:~:text=Este%20sector%20econ%C3%B3mico%20aporta%2017,y%20323.000%20toneladas%20de%20palmiste.>
- Aguilera, J. (2023). Efecto de la aplicación de dos fórmulas de fertilización orgánica en el crecimiento inicial de la palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq) en el caserío centro raya - Nashua. Obtenido de http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/6514/B7_2023_UNU_AGRONOMIA_2023_T_WENDY-ZUNIGA_AGUILERA_V1.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Bautista, P. N. (2003). Manual técnico, Manejo de viveros de palma de aceite. Obtenido de <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/13258>
- Bernal, F. (2001). El cultivo de la palma aceitera y su beneficio. FEDEPALMA, Bogotá CQ. p. 106
- Cerqueira, P.; Otto, R.; Vitti, G.; Quintino, T.; Altran, W.; Ikeda, R. (2010). Optimización de la aplicación de enmiendas y fertilizantes. Informaciones agronómicas. IPNI. Número 78. P 1-15.
- Corley, R.; Tinker, P. (2009). La palma de aceite. Cuarta edición. Primera versión traducida al español. Editorial Blackwell publishing Ltd.
- Colina, A. (2014). Efecto de la fertilización potásica y época de aplicación sobre el desarrollo vegetativo de la palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.). Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.revfacagronluz.org.ve/PDF/suplemento_2014/agron/agronsupl12014151162.pdf
- Dávila, A. P. (2013). Efecto de la aplicación de cuatro dosis de n, p, k y mg, en el cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq), realizado en el vivero de la empresa palmas del

shanusi s.a. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://tesis.unsm.edu.pe/bitstream/11458/1213/1/ITEM%4011458-466.pdf

Hormaza, P. y Forero, D. y Moreno, L. y Ruiz, R (2012). Generalidades sobre la morfología y fenología de la palma de aceite. Obtenido de <http://52.200.198.20/bitstream/handle/123456789/107644/Generalidades%20sobre%20la%20morfolog%c3%ada%20y%20fenolog%c3%ada%20de%20la%20palma%20de%20aceite.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Hurtado, E. (2016). Efecto de tres fuentes de materia orgánica para la obtención de plantones de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq) híbrido DELI x LA MÉ bajo condiciones de vivero en Tocache. Obtenido de https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/1254/EHEB_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y

International Plant Nutrition Institute (IPNI). (2013). 4R de la nutrición de plantas. Un manual para mejorar el manejo de la nutrición de plantas. Buenos Aires, Argentina: Autor. <http://nla.ipni.net/article/NLA-3096>

Leal, Y. C. (2020). Manejo en previvero y vivero de palma de aceite *Elaeis guineensis* Jacq. dentro del proyecto de inducción y desarrollo floral mediante la aplicación de reguladores de crecimiento desarrollado en el Campo Experimental Palmar de la Vizcaína, Santander. Obtenido de http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12744/6179/1/Capacho%20_2020_TG.pdf

León, L. (2004). Características, uso y manejo de fertilizantes para palma de aceite. Obtenido de <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/1072/1072>

Márquez, J. S. (2016). Potencial económico de la palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq). Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/437/43750618016/html/>

- Martínez, P. A. (2012). Generalidades sobre la morfología y fenología de la palma de aceite. Obtenido de <http://52.200.198.20/bitstream/handle/123456789/107644/Generalidades%20sobre%20la%20morfolog%c3%ada%20y%20fenolog%c3%ada%20de%20la%20palma%20de%20aceite.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Munévar, F. (2001). Fertilización de la palma de aceite para obtener altos rendimientos. Obtenido de file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/gecortes,+Gestor_a+de+la+revista,+2001_22_4_9-17.pdf
- Owen, E. (2011). Fertilización de la palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq) en Colombia. Obtenido de file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/gecortes,+Gestor_a+de+la+revista,+1992_13_2_39-64.pdf
- PalmElit. (2017). Semillas de palma de aceite. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfndmkaj/https://www.palmelit.com/es/content/download/4420/34118/version/3/file/Cat%C3%A1logo-PalmElit-Semillas-Palma-Aceite.pdf
- Ramírez, B. P. (2019). Caracterización de las aguas residuales del proceso de extracción de aceite en la industria PAPSA. Obtenido de <https://repositorio.unicach.mx/handle/20.500.12753/2276>
- Raygada, R. (2005). Manual técnico para el cultivo de palma aceitera. Comisión para el desarrollo de vida sin drogas DEVIDA-PRODATU. Lima Perú 104 p.
- Rincón, C. A. (2022). Impacto ambiental y sostenibilidad. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/630014976/impacto-ambiental-palmeras-del-carmen-pdf>
- Rodríguez, R; Jiménez, E. (2013). Procedimiento para la evaluación de medidas de crecimiento de la hoja 1 y muestreo foliar en plantas de vivero. Boletín Mensual de la Unidad de

Investigación de Palma Tica S.A. y Cukra Desarrollo Corporación. San José, Costa Rica.
8 p.

Suárez, R. (2005). Esquema de ordenamiento territorial municipio de maní. Obtenido de <https://repositoriocdim.esap.edu.co/bitstream/handle/123456789/10122/3781-1.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=Man%C3%AD%2C%20fue%20fundado%20en%20el,barrios%20en%20el%20casco%20urbano>.

Taiz L, Zeiger E. 1991. Fisiología de plantas. San Francisco: Benjamín Cummings.

Villegas, C. P. (2020). Uso del ácido naftalenacético (ana) sobre la formación de frutos partenocarpías en palma de aceite (híbrido OxG) en el municipio de San Vicente, Santander. Obtenido de <https://repositorio.unicordoba.edu.co/server/api/core/bitstreams/ea6b5929-5433-4287-856c-633bf67c56a9/content>

15. ANEXOS

MEDIDAS DE VARIABLES VEGETATIVAS											
QUÍMICO (PRODUMON)						ORGÁNICO (HUMUS)					
Fecha de medida	N° de Planta	N° de Hojas	Largo de la Hoja (cm)	Altura (cm)	Diámetro del estípote (cm)	Fecha de medida	N° de Planta	N° de Hojas	Largo de la Hoja (cm)	Altura (cm)	Diámetro del estípote (cm)
15/03/2024	1	8	37	55	1.4	15/03/2024	1	10	36	46	1.48
15/03/2024	2	10	30.5	36.4	1.32	15/03/2024	2	9	32.5	43.3	1.34
15/03/2024	3	13	38.5	51.2	2.09	15/03/2024	3	11	36.5	44.5	1.6
15/03/2024	4	14	38.5	53.7	2.43	15/03/2024	4	10	26.5	41.2	1.37
15/03/2024	5	10	41	50.5	1.89	15/03/2024	5	9	26	36.5	1.05
15/03/2024	6	11	34.5	33.4	1.66	30/03/2024	1	11	38	51.5	1.85
15/03/2024	7	8	20	28	0.67	30/03/2024	2	9	34.5	47	1.68
15/03/2024	8	9	38.5	56.6	1.74	30/03/2024	3	12	37	51	1.86
15/03/2024	9	13	35	53.4	2.42	30/03/2024	4	11	36.5	45.5	1.65
15/03/2024	10	11	36	65.5	2.65	30/03/2024	5	9	29.5	42.5	1.7
15/03/2024	11	10	41.5	53.4	2.32	15/04/2024	1	11	43	53	2.15
15/03/2024	12	11	36	56	1.97	15/04/2024	2	10	40	50.2	1.98
15/03/2024	13	12	39	56.2	2.19	15/04/2024	3	11	43.5	54.6	2.34
15/03/2024	14	10	40	59.8	1.81	15/04/2024	4	12	43.4	47	1.93
15/03/2024	15	10	39.5	57.5	1.88	15/04/2024	5	10	36.3	45.2	2.03
15/03/2024	16	11	40.8	57.8	1.85	30/04/2024	1	11	48	57.8	2.5
15/03/2024	17	11	35.5	58	2.54	30/04/2024	2	10	49	54.5	2.2
15/03/2024	18	9	36.5	57.5	1.34	30/04/2024	3	11	49.7	59.2	2.9
15/03/2024	19	7	23	22.3	0.84	30/04/2024	4	12	48.2	49.5	2.3
15/03/2024	20	11	41.5	58	2.19	30/04/2024	5	10	44	50.3	2.4
15/03/2024	21	10	37	59.6	2.68	15/05/2024	1	12	54	64	2.81
15/03/2024	22	12	35.5	53.7	2.77	15/05/2024	2	10	52.3	58.3	2.45
15/03/2024	23	11	45	63.3	2.05	15/05/2024	3	13	53	65.2	3.45
15/03/2024	24	10	37	52.4	2.58	15/05/2024	4	13	51.7	57	2.62
15/03/2024	25	10	35.5	51	1.98	15/05/2024	5	10	48.2	55.4	2.78
15/03/2024	26	12	40	58	2.3	30/05/2024	1	14	62	74	3.25
15/03/2024	27	10	39.5	52.3	1.23	30/05/2024	2	10	57.5	63.5	2.84
15/03/2024	28	13	39.7	55.7	2.18	30/05/2024	3	15	59	73	4.54
15/03/2024	29	12	32.2	56	2.58	30/05/2024	4	14	57.8	67	3.09
15/03/2024	30	10	28.7	41.6	1.55	30/05/2024	5	10	54.2	63.5	3.25

Anexo 1A. Base de datos de las evaluaciones realizadas. Fuente Barrera (2024).

QUÍMICO (PRODUMON)						QUÍMICO (PRODUMON)						QUÍMICO (PRODUMON)					
Fecha de medida	N° de Planta	N° de Hojas	Largo de la Hoja (cm)	Altura (cm)	Dímetro del estípote (cm)	Fecha de medida	N° de Planta	N° de Hojas	Largo de la Hoja (cm)	Altura (cm)	Dímetro del estípote (cm)	Fecha de medida	N° de Planta	N° de Hojas	Largo de la Hoja (cm)	Altura (cm)	Dímetro del estípote (cm)
15/03/2024	32	11	27.2	48.6	1.71	15/04/2024	2	10	37	45.6	1.88	15/05/2024	2	11	47.7	56.7	2.22
15/03/2024	33	11	40	53.2	2.66	15/04/2024	3	13	45.2	59	3.23	15/05/2024	3	12	57.3	73.4	3.92
15/03/2024	34	11	38.5	52	2.04	15/04/2024	4	14	47.5	64	3.73	15/05/2024	4	15	61	75	4.63
15/03/2024	35	10	36	47.5	1.94	15/04/2024	5	12	50.3	61.3	2.47	15/05/2024	5	13	62.6	76.2	3.28
15/03/2024	36	12	33.7	51.6	2.39	15/04/2024	6	11	41	47.5	2.59	15/05/2024	6	13	51.4	60.5	3.25
15/03/2024	37	10	27	46	1.9	15/04/2024	7	8	25.7	35	1.35	15/05/2024	7	9	33.5	49.4	1.8
15/03/2024	38	10	33.5	53.4	1.55	15/04/2024	8	12	47.4	63.6	2.84	15/05/2024	8	13	65	76.8	3.3
15/03/2024	39	13	29	44	2.15	15/04/2024	9	13	53	63.2	3.56	15/05/2024	9	15	62.3	74.6	4.26
15/03/2024	40	13	42.5	67.5	2.51	15/04/2024	10	14	54.5	74	3.97	15/05/2024	10	15	71.1	85	4.48
15/03/2024	41	13	38	48.3	1.98	15/04/2024	11	11	49.2	64	2.77	15/05/2024	11	13	63	77.1	3.65
15/03/2024	42	11	36.5	52.4	2.13	15/04/2024	12	13	50.4	65.8	3.1	15/05/2024	12	15	66.8	80.6	3.7
15/03/2024	43	10	42.5	54.2	1.39	15/04/2024	13	13	49.6	66.4	3.32	15/05/2024	13	15	63.4	78.9	4.13
15/03/2024	44	11	40.5	63	2.22	15/04/2024	14	12	52.3	68	2.78	15/05/2024	14	14	60.9	74	3.76
15/03/2024	45	13	30	45.8	2.16	15/04/2024	15	12	51	67.8	3.05	15/05/2024	15	14	67	81.4	3.84
30/03/2024	1	10	38	61.5	2.43	15/04/2024	16	14	52.6	68.2	3.3	15/05/2024	16	15	71.5	85.2	3.71
30/03/2024	2	10	33	42	1.75	15/04/2024	17	14	45.9	65.4	3.93	15/05/2024	17	15	64.2	78	5.02
30/03/2024	3	13	41.5	57.2	3.02	15/04/2024	18	12	51.1	67.1	2.66	15/05/2024	18	14	69.5	81.9	3.55
30/03/2024	4	14	43	60.5	3.47	15/04/2024	19	8	32.2	35.6	1.59	15/05/2024	19	10	45.3	56.7	2.46
30/03/2024	5	12	45.1	57	2.34	15/04/2024	20	14	48.6	66	3.5	15/05/2024	20	16	63.7	79	4.39
30/03/2024	6	11	35.6	38.5	2.47	15/04/2024	21	13	54.9	68.3	3.7	15/05/2024	21	14	70	83.2	4.91
30/03/2024	7	8	21.6	33.5	1.08	15/04/2024	22	14	45	62	3.72	15/05/2024	22	16	52.8	76.3	4.55
30/03/2024	8	12	39.6	61	2.71	15/04/2024	23	12	59.5	73.5	3.21	15/05/2024	23	13	74.5	90	3.93
30/03/2024	9	13	50	60.5	3.44	15/04/2024	24	12	49	63.7	3.3	15/05/2024	24	13	63.5	77.6	4.22
30/03/2024	10	14	44.5	71.5	3.86	15/04/2024	25	13	48.5	62	3.25	15/05/2024	25	14	64.1	76.4	3.84
30/03/2024	11	11	43	60	2.54	15/04/2024	26	13	53.1	66.5	3	15/05/2024	26	13	67.2	80.6	3.78
30/03/2024	12	13	40.5	63	2.96	15/04/2024	27	12	48.3	61	2.76	15/05/2024	27	13	66	75	3.45
30/03/2024	13	13	41	63	3.12	15/04/2024	28	14	51.7	64.5	3.1	15/05/2024	28	14	63.6	77.2	4.03
30/03/2024	14	12	46	65	2.52	15/04/2024	29	13	46	65.7	3.83	15/05/2024	29	14	66.4	82	4.61
30/03/2024	15	12	44.5	64.2	2.97	15/04/2024	30	11	41	50	2.17	15/05/2024	30	13	51.5	61.4	2.77
30/03/2024	16	14	42	64.5	3.14	15/04/2024	31	12	46.6	61	3	15/05/2024	31	13	60.3	74.7	4.42
30/03/2024	17	14	37.3	63	3.84	15/04/2024	32	13	42	58.3	3.05	15/05/2024	32	13	57.4	71	3.95
30/03/2024	18	12	41.5	63.7	2.4	15/04/2024	33	14	48.9	63.4	3.02	15/05/2024	33	15	61.6	75.8	3.81
30/03/2024	19	8	27.5	28	1.35	15/04/2024	34	13	48.4	61.1	2.98	15/05/2024	34	14	61	74.5	4.02
30/03/2024	20	14	43	64.5	3.35	15/04/2024	35	12	45.1	57.8	3.2	15/05/2024	35	14	59.3	73.3	4.21
30/03/2024	21	14	44	66	3.52	15/04/2024	36	13	44.5	61.5	3.45	15/05/2024	36	14	62.7	76.2	4.5
30/03/2024	22	14	39	60.3	3.58	15/04/2024	37	11	38.6	53.3	2.5	15/05/2024	37	12	51.2	65	3.05
30/03/2024	23	12	51	68	3	15/04/2024	38	11	46.7	64.6	2.55	15/05/2024	38	13	63	75.5	3.1
30/03/2024	24	12	42	58	2.94	15/04/2024	39	13	40	52.8	3.4	15/05/2024	39	14	52.5	64.1	4.71
30/03/2024	25	13	41	57.5	3.14	15/04/2024	40	14	56.9	80	3.64	15/05/2024	40	16	80.4	97.8	5.54
30/03/2024	26	13	46	63	2.75	15/04/2024	41	14	46.4	57.7	3.7	15/05/2024	41	15	56.7	69.6	4.47
30/03/2024	27	12	43.4	57	2.45	15/04/2024	42	14	44.2	62.2	4	15/05/2024	42	15	60.3	77.3	4.52
30/03/2024	28	14	47	61.2	2.88	15/04/2024	43	12	50.1	64.3	2.8	15/05/2024	43	14	67.9	80	3.79
30/03/2024	29	13	39.6	62.5	3.46	15/04/2024	44	13	52.4	70.2	3.93	15/05/2024	44	15	65	82.3	5.65
30/03/2024	30	11	38.5	47.5	2.05	15/04/2024	45	13	38.5	55	3.39	15/05/2024	45	15	55.5	70.4	4.5
30/03/2024	31	12	41.5	60	2.74	30/04/2024	1	11	55.5	66.5	3	30/05/2024	1	13	73	85	3.72
30/03/2024	32	13	36	55.5	2.73	30/04/2024	2	10	42.6	50	2.05	30/05/2024	2	13	54	65	2.54
30/03/2024	33	14	43.5	59.3	2.86	30/04/2024	3	12	50.8	62.5	3.5	30/05/2024	3	13	66.5	84.5	4.52
30/03/2024	34	13	43.6	58	2.73	30/04/2024	4	15	55.2	68	4.06	30/05/2024	4	16	69.5	84.3	5.51
30/03/2024	35	12	38	54	2.78	30/04/2024	5	13	56	66	2.79	30/05/2024	5	15	71.2	87	3.95
30/03/2024	36	12	37.5	58	3.31	30/04/2024	6	12	47.5	56.5	2.71	30/05/2024	6	14	56	69.5	3.99
30/03/2024	37	11	33	51	2.33	30/04/2024	7	9	31.4	37	1.69	30/05/2024	7	10	36	42.5	1.99
30/03/2024	38	11	38.5	59.5	2.3	30/04/2024	8	12	57	67.5	3.01	30/05/2024	8	14	75	89.5	3.67
30/03/2024	39	13	37.5	49	2.95	30/04/2024	9	13	56.8	67	3.73	30/05/2024	9	17	68	83	4.83
30/03/2024	40	14	45.5	73	3.11	30/04/2024	10	15	66	78.7	4.1	30/05/2024	10	14	79.5	95	5.01
30/03/2024	41	14	43	55.5	3.35	30/04/2024	11	12	56	67.5	3.27	30/05/2024	11	15	71.5	88.3	4.01
30/03/2024	42	14	38.5	59	3.82	30/04/2024	12	14	60	70	3.31	30/05/2024	12	17	74.5	91.4	4.33
30/03/2024	43	11	44	60.5	2.6	30/04/2024	13	14	57	71	3.66	30/05/2024	13	17	71	88	4.73
30/03/2024	44	12	47	68	3.39	30/04/2024	14	13	58	72	3.33	30/05/2024	14	16	64	79	4.3
30/03/2024	45	13	33	52.5	3.07	30/04/2024	15	13	59.8	70.8	3.12	30/05/2024	15	16	78	93	4.08
						30/04/2024	16	14	62	72.2	3.48	30/05/2024	16	16	83.5	103	4.25
						30/04/2024	17	14	56	69.3	4.23	30/05/2024	17	17	74	90	6.03
						30/04/2024	18	12	61.4	72	2.97	30/05/2024	18	16	78.5	92.2	4.52
						30/04/2024	19	9	38	45.5	1.9	30/05/2024	19	11	55.5	64	3.03
						30/04/2024	20	15	55	68	3.8	30/05/2024	20	18	72	90.5	5.06
						30/04/2024	21	12	60.5	73.1	3.9	30/05/2024	21	16	81	98	6.03
						30/04/2024	22	14	54.7	65.5	3.88	30/05/2024	22	18	73	91.5	5.37
						30/04/2024	23	12	68	80.5	3.56	30/05/2024	23	15	82	101	4.46
						30/04/2024	24	12	58.5	69.5	3.77	30/05/2024	24	15	72	88	5.08
						30/04/2024	25	13	57.8	69	3.36	30/05/2024	25	16	71.5	85	4.46
						30/04/2024	26	12	60	72.2	3.39	30/05/2024	26	15	75	91.5	4.27
						30/04/2024	27	13	58	66	3.12	30/05/2024	27	14	74.5	84	3.8
						30/04/2024	28	13	56.3	69	3.41	30/05/2024	28	16	73	88	5.01
						30/04/2024	29	13	56.5	70.8	4.26	30/05/2024	29	15	80	98	5.13
						30/04/2024	30	12	46	55	2.3	30/05/2024	30	14	58	69	3.18
						30/04/2024	31	12	52.5	63.3	3.45</						



Anexo 3A. Estación meteorológica de la zona. Fuente Barrera (2024).



Anexo 4A. Primera evaluación de las variables vegetativas. Fuente Barrera (2024).



Anexo 5A. Fuentes de fertilización (química y orgánica). Fuente Barrera (2024).



Anexo 6A. Medida de lámina de agua. Fuente Barrera (2024).



Anexo 7A. Medidas de humedad en la bolsa con Medidor Pms710. Fuente Barrera (2024).



Anexo 8A. Plagas presentes: gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y *Leucothyreus* sp.



Anexo 9A. Control químico de plagas. Fuente Barrera (2024).

MES	PREC. Mm	mm RIEGO	Evapotranspiración Estimada	Agua Disponible Bruta	Agua Disponible Acumulada	DIAS PRE.	PREC. PROM
Agosto	309	50	186	173	173	16	19
Septiembre	115	60	180	5	5	7	16
Octubre	148	96	186	58	58	6	25
Noviembre	74	88	210	48	48	6	12
Diciembre	-	290	248	42	42	-	-
Enero	-	322	310	12	12	-	-
Febrero	160	264	203	221	221	10	16
Marzo	108	336	217	227	227	11	10
Abril	274	312	210	376	376	10	27
Mayo	533	252	217	568	568	15	36
Junio	15	60	49	26	26	2	8

Anexo 10A. Seguimiento de la pluviometría. Fuente Barrera (2024).



Anexo 11A. Ultima evaluación de variables vegetativas. Fuente Barrera (2024).