

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**“EFECTO DE DIFERENTES DOSIS DE NITRÓGENO EN
EL CRECIMIENTO INICIAL DEL CAMU CAMU (*Myrciaria
dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh) CULTIVADO EN SOLUCIÓN
NUTRITIVA EN PUCALLPA, UCAYALI, PERÚ”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

LIZETH JOHANA CHINCHAY CHUMBE.

PUCALLPA – PERÚ

2023



ANEXO 4
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN O TESIS

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos para estudiar y escuchar la sustentación de tesis, presentada por **LIZETH JOHANA CHINCHAY CHUMBE**, denominada: "Efecto de diferentes dosis de nitrógeno en el crecimiento inicial del camu camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K) Mc. Vaugh) cultivado en solución nutritiva en Pucallpa, Ucayali, Perú" para cumplir con el requisito (académico o título profesional) de **TITULO PROFESIONAL**.

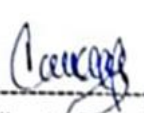
Teniendo en consideración los méritos del referido trabajo, así como los conocimientos demostrados por el sustentante lo declaramos: **APROBADO POR UNANIMIDAD** con el calificativo (17) DIECISIETE.

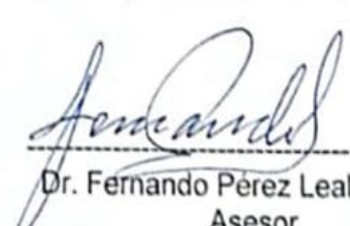
En consecuencia, queda en condición de ser considerado Apto por el Consejo Universitario y recibir el: Título de **INGENIERO AGRÓNOMO**, de conformidad con lo estipulado en el Art. 3 y 6 del reglamento para el otorgamiento de grado académico de bachiller y título profesional de la Universidad Nacional de Ucayali.

Pucallpa, 11 de agosto del 2023.


Dr. Edgar Juan Díaz Zúñiga
Presidente


Dr. Fredy Helar Velásquez Ramírez
Miembro


Dr. Carlos Alberto Ramírez Chumbe
Secretario


Dr. Fernando Pérez Leal
Asesor



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA
CARRERA PROFESIONAL DE AGRONOMIA



Esta tesis fue sometida a consideración para su aprobación por el jurado evaluador de la Facultad de ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Ucayali, como requisito parcial para optar el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo.

Ing. Edgar Juan Díaz Zúñiga , Dr.


.....
Presidente

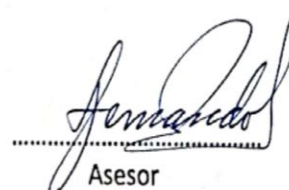
Ing. Carlos Alberto Ramírez Chumbe, Dr.


.....
Secretario

Ing. Fredy Helar Velásquez Ramírez, Dr.


.....
Miembro

Ing. Fernando Pérez Leal, Dr.


.....
Asesor

Bach. Lizeth Johana Chinchay Chumbe


.....
Tesisista



CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND

Nº VI/0152-2023.

La Dirección de Producción Intelectual, hace constar por la presente, que el Informe final de tesis, titulado:
"EFECTO DE DIFERENTES DOSIS DE NITRÓGENO EN EL CRECIMIENTO INICIAL DEL CAMU CAMU (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh) CULTIVADO EN SOLUCIÓN NUTRITIVA EN PUCALLPA, UCAYALI, PERÚ"

Autor(es) : CHINCHAY CHUMBE, LIZETH JOHANA
Facultad : CIENCIAS AGROPECUARIAS
Escuela : AGRONOMÍA
Asesor(a) : Dr. PÉREZ LEAL, FERNANDO

Después de realizado el análisis correspondiente en el Sistema Antiplagio URKUND, dicho documento presenta un **porcentaje de similitud 6%**.

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND, el cual indica que no se debe superar el 10%. Se declara, que el trabajo de investigación: SI Contiene un porcentaje aceptable de similitud, por lo que SI se aprueba su originalidad.

En señal de conformidad y verificación se firma y se sella la presente constancia

Fecha: 22/03/2023



Mg. JOSÉ MANUEL CÁRDENAS BERNAOLA
Director de Producción Intelectual



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Repositorio de la Universidad Nacional de Ucayali

Yo, LIZETH JOHANA CHINCHAY CHUMBE

Autor de la tesis titulada : "EFECTO DE DIFERENTES DOSIS DE NITRÓGENO EN EL CRECIMIENTO INICIAL DEL CAMU CAMU (*Myrciaria dubia* CH.B.K.) Mc Vaugh) CULTIVADO EN SOLUCIÓN NUTRITIVA EN PUCALLPA, UCAYALI, PERÚ"

Sustentada el año 2023

Asesor(a): Ing. FERNANDO PÉREZ LEAL, Dr

Facultad: CIENCIAS AGROPECUARIAS

Escuela Profesional: AGRONOMIA

Autorizo la publicación:

PARCIAL

☐

TOTAL

☒

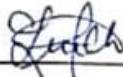
De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali (www.repositorio.unu.edu.pe), bajo los siguientes términos:

Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

Segundo: Declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas, caso contrario, me hago único(a) responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali, la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria y el Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 08 / 09 / 2023

Email: sheccyd15@gmail.com Firma: 

Teléfono: 965172343 DNI: 46578720

www.repositorio.unu.edu.pe
repositorio@unu.edu.pe

DEDICATORIA

A Dios, porque sin él nada es posible,
por ser mi guía espiritual en este largo
camino, por brindarme salud y
fortaleza espiritual en todo momento
para poder culminar con éxito la
carrera.

Con amor a mis padres por ser el pilar
fundamental en mi vida, por inculcarme
buenos valores, por sus buenos
consejos, educación y ser mi motor de
impulso para culminar mi carrera. A mis
hermanos por brindarme siempre su
ayuda constante.

A mi esposo, por su amor
incondicional y su apoyo para seguir
adelante.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi sincero agradecimiento a las siguientes personas e instituciones que contribuyeron en la realización de la presente tesis:

- ❖ Primeramente, doy gracias a Dios por permitirme tener la experiencia de poder desarrollar mi tesis dentro de mi universidad.
- ❖ Agradezco a los docentes que hicieron parte de este proceso integral de mi formación, demostrando durante los años de estudio su profesionalismo.
- ❖ Sobre todo, un agradecimiento especial al Ing. Fernando Pérez Leal, quien propuso el tema de investigación y me asesoró con mucha paciencia durante el período de la misma.
- ❖ Gracias a mi Facultad de Ciencias Agropecuarias por haberme permitido formarme en ella.
- ❖ Finalmente, gracias a todas las personas que me apoyaron y creyeron en la realización de esta tesis.

ÍNDICE

	Pág.
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE	viii
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT	xii
LISTA DE TABLAS.....	xiii
LISTA DE FIGURAS.....	xiv
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.	3
2.1. Antecedentes	3
2.2. Bases teóricas.....	8
2.2.1. Origen.	8
2.2.2. Distribución geográfica.....	8
2.2.3. Clasificación taxonómica.....	9
2.2.4. Descripción morfológica de la planta.	9
2.2.5. Fenología del cultivo.	10
2.2.6. Factores climáticos y edáficos en el cultivo de camu camu.	11
2.2.7. Métodos de propagación vegetativa aplicables al camu camu.	12
2.2.8. Fertilización del camu camu.....	15
2.2.9. Usos.....	16
2.2.10. Composición del camu camu.....	16
2.2.11. Nutrición mineral.....	17
2.2.12. Elementos esenciales en las plantas.....	21
2.2.13. Parámetros y medidas de referencia fisiológica.	21
2.3. Definiciones de términos básicos.....	23
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	25
3.1. Campo experimental.....	25
3.1.1. Ubicación y duración del experimento.	25
3.1.2. Historia de campo.	25
3.1.3. Duración del estudio.	26

3.1.4. Clima.....	26
3.2. Materiales y equipos.	27
3.2.1. Material vegetal.....	27
3.2.2. Material de campo.....	27
3.2.3. Equipos e insumos.....	28
3.3. Metodología.....	28
3.3.1. Tratamientos en estudio (variables independientes).....	28
3.3.2. Diseño experimental.	29
3.3.3. Esquema de análisis de varianza.....	29
3.3.4. Parcela experimental.	30
3.4. Descripción del experimento.	30
3.4.1. Obtención de las semillas de camu camu.....	30
3.4.2. Fase de almacigo.....	31
3.4.3. Siembra de las semillas.	31
3.4.4. Días a la germinación.	31
3.4.5. Riego del almacigo.....	31
3.4.6. Acondicionamiento de los contenedores.....	32
3.4.7. Preparación de la Solución nutritiva.....	32
3.4.8. Aplicaciones y evaluaciones.	33
3.4.9. Trasplante de las plántulas a la solución nutritiva.	33
3.4.10. Cuidados después del trasplante.....	33
3.4.11. Cambios de Solución Nutritiva.....	34
3.5. Variables evaluadas (variables dependientes).	34
3.5.1. Longitud de la parte aérea de la planta.....	34
3.5.2. Longitud de raíces.....	34
3.5.3. Volumen de raíz.	34
3.5.4. Número de hojas.....	35
3.5.5. Diámetro del tallo.	35
3.5.6. Número de ramas.	35
3.5.7. Área foliar.....	35
3.5.8. Peso fresco de la planta.....	35
3.5.9. Peso seco de la planta.	36
3.5.10. Síntomas de exceso o deficiencia.....	36
3.6. Observaciones registradas.	36

3.6.1. pH.	36
3.6.2. Presencia de plagas.....	36
3.6.3. Síntomas de exceso o deficiencia.....	37
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	38
4.1. Longitud de la parte aérea del camu camu.....	38
4.2. Longitud de las raíces de camu camu.	40
4.3. Diámetro del tallo de camu camu.	42
4.4. Volumen de raíz de camu camu.	44
4.5. Número de hojas de camu camu.....	46
4.6. Número de ramas de camu camu.	48
4.7. Área foliar de camu camu.....	49
4.8. Peso fresco de camu camu.	51
4.9. Peso seco de camu camu.	53
V. CONCLUSIONES.....	56
VI. RECOMENDACIONES.....	57
VII. LITERATURA CITADA.	58
VIII. ANEXOS.....	66
IX. ICONOGRAFÍA.....	70

RESUMEN

El presente experimento se llevó a cabo en las instalaciones de Hidroponía, del campus de la Universidad Nacional de Ucayali, ubicado en el Km 6.200 de la carretera Federico Basadre, perteneciente al distrito de Manantay, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali; se planteó como objetivo determinar el efecto de diferentes dosis de nitrógeno en el crecimiento inicial del camu camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh) cultivado en solución nutritiva. Se evaluó (6) seis dosis de N, sobre la base de la solución de Hoagland y Arnon; el diseño experimental fue el diseño completo randomizado con 6 tratamientos y 4 repeticiones; los tratamientos fueron: T1 (50 ppm de N), T2 (100 ppm de N), T3 (150 ppm de N), T4 (210 ppm de N), T5 (250 ppm de N) y T6 (300 ppm de N); las variables evaluadas fueron: longitud de la parte aérea, longitud de raíces, volumen de raíces, diámetro de tallo, número de hojas, número de ramas, área foliar, peso fresco y peso seco. Después del análisis de las variables, se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos; de los cuales, los tratamientos que dieron mejor resultado fueron el T4 (210 ppm) y T5 (250 ppm). En cuanto a síntomas las dosis menores de 210 ppm de N presentaron clorosis, crecimiento lento y en algunos casos enanismo, respecto a las dosis mayores de 250 ppm de N las hojas presentaron un color más oscuro, y en pocos casos enrollamiento y quemado en las puntas de las hojas.

Palabras claves: Dosis, camu camu, crecimiento, nitrógeno, síntomas de deficiencia, exceso.

ABSTRACT

The present research was carried out in the hydroponic installations of the National University of Ucayali, located at 6.200 km of Federico Basadre road, belonging to the Manantay district, Coronel Portillo province, Ucayali department. The objective was to determine the effect of different doses of nitrogen on the initial growth of camu camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh) grown in nutrient solution. The study consisted to evaluate six doses of nitrogen based in the Hoagland and Arnon solution. The statistical analysis applied was Completely Randomized Design (CRD) with six treatments and four repetitions. The treatments were: T1 (50 ppm of N), T2 (100 ppm of N), T3 (150 ppm of N), T4 (210 ppm of N), T5 (250 ppm of N), T6 (300 ppm of N) the variable evaluated were: the air part length, root length, root volume, stem diameter, leafs numbers, branch numbers, leaf area, fresh weight, dry weight. The analysis of the variables demonstrated differences between the treatments, deficiency and excess symptoms of nitrogen. The treatments that gave better results were T4 and T5 with 210 ppm and 250 ppm of nitrogen respectively. About the symptoms the minor doses of 210 ppm of nitrogen was presenting chlorosis, slow growing and dwarfism, the major doses of 250 ppm of nitrogen was presenting a darker colour, few of them presented enrolling and burned leafs.

Keywords: Camu camu, doses, growth, nitrogen, deficiency and excess symptoms.

LISTA DE TABLAS

En el texto.

Pág.

Tabla 1. Solución Stock (SE) de componentes de solución nutritiva.	19
Tabla 2. Solución de micronutrientes de Hoagland y Arnon (I).	20
Tabla 3. Solución de Fe (J).	20
Tabla 4. Descripción de los tratamientos en estudio.	28
Tabla 5. Distribución de los tratamientos en campo experimental.	29
Tabla 6. Fuentes de variabilidad del análisis de varianza.	30
Tabla 7. Preparación de tratamientos en estudio (N = 210 ppm solución completa de Hoagland y Arnon).	32
Tabla 8. Prueba de promedios Tukey para las variables de crecimiento.	38
Tabla 9. Longitud de la parte aérea de camu camu por tratamiento.	39
Tabla 10. Longitud de las raíces de camu camu por tratamiento.	41
Tabla 11. Diámetro del tallo de camu camu por tratamiento.	43
Tabla 12. Volumen de raíz de camu camu por tratamiento.	44
Tabla 13. Número de hojas de camu camu por tratamiento.	46
Tabla 14. Número de ramas de camu camu por tratamiento.	48
Tabla 15. Área foliar de camu camu por tratamiento.	50
Tabla 16. Peso fresco de camu camu por tratamiento.	52
Tabla 17. Peso seco de la plántula de camu camu por tratamiento.	54

En anexo.

Tabla 18. Análisis ANVA de la evaluación de la longitud aérea (cm).	67
Tabla 19. Análisis ANVA de la evaluación de la longitud de raíz.	67
Tabla 20. Análisis ANVA de la evaluación del diámetro de tallo.	67
Tabla 21. Análisis ANVA de la evaluación del volumen de raíz.	67
Tabla 22. Análisis ANVA de la evaluación del número de hojas.	68
Tabla 23. Análisis ANVA de la evaluación del número de ramas.	68
Tabla 24. Análisis ANVA de la evaluación del área foliar.	68
Tabla 25. Análisis ANVA de la evaluación del peso fresco.	68
Tabla 26. Análisis ANVA de la evaluación del peso seco.	69

LISTA DE FIGURAS

En el texto.	Pág.
Figura 1. Ubicación satelital de hidroponía de la Universidad Nacional de Ucayali, Pucallpa, Perú, 2023.	25
Figura 2. Comportamiento de la temperatura en °C, desde julio hasta octubre. Pucallpa, Perú, 2019.	26
Figura 3. Registro de la precipitación pluvial en mm, desde julio hasta octubre. Pucallpa, Perú, 2019.	27
Figura 4. Longitud de parte aérea de camu camu por tratamiento.....	39
Figura 5. Longitud de raíz de camu camu por tratamiento.....	41
Figura 6. Diámetro de tallo de camu camu por tratamiento.	43
Figura 7. Volumen de raíz de camu camu por tratamiento.	45
Figura 8. Número de hojas de camu camu por tratamiento.	47
Figura 9. Número de ramas de camu camu por tratamiento.....	49
Figura 10. Área foliar de camu camu por tratamiento.	50
Figura 11. Peso fresco de camu camu por tratamiento.....	52
Figura 12. Peso seco de camu camu por tratamiento.....	54

I. INTRODUCCIÓN.

El camu camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Vaugh) es una especie nativa de la Amazonía peruana (Calzada, 1980 citado por Chagas, 2015), cuyo fruto se caracteriza por su excepcional contenido de vitamina C (ácido ascórbico) 2780 mg/100 g (Villachica, 1996 citado por Freitas, 2016; Arellano *et al.*, 2016). El fruto del camu camu se utiliza en la alimentación humana; la pulpa es empleada para la preparación de refrescos y cocteles; en la parte agroindustrial se elaboran néctares, vinos, vinagres, chupetes, etc. Además de la importancia como materia prima para la industria farmacéutica, cosmetología y elaboración de bebidas gaseosas (Delgado, 2023).

En la región de Ucayali se vienen difundiendo el cultivo de este frutal nativo tanto en terrazas altas con suelos ultisoles y de restinga con suelos entisoles. Según la Dirección Regional de Agricultura de Ucayali citado por SENASA, 2018; se tiene instaladas aproximadamente 1 927 hectáreas de camu camu en la provincia de Coronel Portillo. Para mantener los niveles de productividad y la calidad de los productos es necesario fertilizar los suelos, tomando en cuenta el enfoque comercial, la cual involucra nuevos métodos y/o tecnologías de manejo.

El nitrógeno (N) es uno de los macronutrientes esenciales e indispensable para el crecimiento y desarrollo de cualquier cultivo; el suelo dispone de él en forma orgánica y mineral, de esa manera pueda ser absorbido por las plantas; sin embargo, no siempre se encuentran en cantidades suficientes para suplir las necesidades de los cultivos. El nitrógeno forma parte de las proteínas, enzimas y clorofila, además de acelerar la división celular y la elongación de las raíces. Una planta que presente carencia de nitrógeno no podrá completar procesos metabólicos que son indispensables para su desarrollo (VITRA, 2020).

El nitrógeno se encuentra entre los elementos esenciales que requiere el cultivo de camu camu para su crecimiento y desarrollo de la planta, así como

de otros cultivos. Según Abanto *et al.*, (2015), la fertilización mineral aún es empírica por la falta de información respecto al manejo nutricional de la planta, por lo que se requiere realizar estudios referentes a las exigencias nutricionales tanto como macro y micronutrientes en la etapa inicial y en otras etapas del desarrollo del cultivo de camu camu.

En este sentido, el presente proyecto de investigación se fundamenta en encontrar la explicación de lo que sucede si se aplica diferentes dosis de nitrógeno y para generar recomendaciones de dosis adecuadas, considerando el tipo de suelo a fertilizar para una producción comercial, dando un mejor manejo en la fertilización, por ende, contribuir con la economía y mejora del conocimiento de los síntomas característicos de la deficiencia y exceso de nitrógeno, y del crecimiento en la etapa inicial.

En este contexto se plantea como objetivo:

- Determinar el efecto de diferentes dosis de nitrógeno en el crecimiento inicial del camu camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh) cultivado en solución nutritiva en Pucallpa, Ucayali.

II. REVISIÓN DE LITERATURA.

2.1. Antecedentes.

Borges *et al.*, (2006), realizaron un estudio de dosis y fuentes de nitrógeno en fertirrigación en el cultivo de maracuyá (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) en Latossolo Amarelo do Estado da Bahia-Brasil, el objetivo de su estudio fue validar las dosis y fuentes de nitrógeno aplicadas por medio de la fertirrigación, las dos fuentes de N estudiadas fueron: urea-450 g de N kg⁻¹ y nitrato de calcio-155 g de N kg⁻¹, 190 g de Ca kg⁻¹) y cinco dosis de N (0, 100, 200, 400 y 800 kg/ha⁻¹), las plantaciones de maracuyá tuvieron un distanciamiento de 3m x 1.25m (2 666 plantas⁻¹) para este estudio su diseño fue de bloques al azar con parcelas subdivididas y con tres repeticiones. Como resultado encontraron que aplicando 457 kg de N/ha⁻¹ da una productividad máxima de 34,3 t/ha⁻¹ sin embargo, estas no influenciaron en las características del fruto y la calidad del suelo, por otro lado encontraron una disminución de la productividad con la dosis más alta de nitrógeno esto posiblemente puede ser atribuido a la función del crecimiento vegetativo es decir que mientras exista un aumento de número de hojas y por otro lado, una reducción del número de flores dará como resultado una menor cantidad de frutos.

Rodríguez *et al.*, (2020), estudiaron el efecto de dosis de nitrógeno en la agronomía y en la fisiología de plantas de maracuyá en el campo experimental del Instituto de Agronomía-Venezuela. El estudio consistió en evaluar el efecto de diferentes dosis de nitrógeno sobre el desarrollo y la calidad de fruta de la variedad maracuyá amarilla “región central”, utilizaron el diseño de bloques al azar con cuatro tratamientos y seis repeticiones obteniendo 24 unidades experimentales, las plantas tuvieron un distanciamiento de 3m x 2m, densidad de siembra de 1666 plantas/ha. Las dosis para los tratamientos fueron: 8g (T1), 100g (T2), 200g (T3) y 300g (T4) de N/planta, evaluaron la altura de planta y número de hojas, fenología del cultivo, crecimiento apical, rendimiento, calidad de fruta, etc. Los resultados demostraron que la altura de planta y número de hojas del T3 presentó mayor valor superando al T4; respecto a la fenología del

cultivo los tratamientos T3 y T4 presentaron mayor precocidad indicando que a mayor dosis de nitrógeno existe una aceleración en el desarrollo vegetativo; del mismo modo el tratamiento que tuvo menor dosis de N presentó una reducción del período de cosecha. Sin embargo, respecto a las variables fisiológicas (transpiración y conducta estomática) no hubo diferencias significativas. Las plantas con dosis de 200g N planta⁻¹ presentaron mayor rendimiento lo cual sugieren que la dosis más alta de nitrógeno evaluada no necesariamente implique mayor productividad; sin embargo, se puede considerar que el nutriente está fuertemente asociado al incremento de la productividad.

Según Monsalve *et al.*, (2009), citado por Luna (2019), realizaron un estudio sobre el efecto de la concentración de nitrógeno sobre atributos morfológicos, potencial de crecimiento radical y estatutos nutricional en plantas de eucalipto (*Eucalyptus globulus*) producidas a raíz cubierta, realizado en el vivero forestal Quinchamalí - Chile. Aplicaron dosis de nitrógeno de 50, 100, 150 y 200 mg/L, el diseño experimental que utilizaron fue bloques completos al azar con cuatro tratamientos teniendo como unidades experimentales 112 plantas y con ocho réplicas para cada tratamiento, la frecuencia de aplicación fue semanal, con una duración de 10 semanas. Evaluaron la altura de planta y área foliar obteniendo el máximo valor con la aplicación de 200 mg/L, por otro lado, el diámetro de cuello y número de raíces nuevas no difirieron estadísticamente al fertilizar con concentraciones de 150 y 200 mg/L. Al finalizar los mejores resultados se obtuvieron al fertilizar con 200 mg/L, por el potencial de crecimiento radical y mejorar los atributos morfológicos como altura de la planta, área foliar, número de raíces nuevas y biomasa de raíces nuevas, sin embargo, su única desventaja son los bajos niveles de nitrógeno foliar, además del diámetro de planta que decrecía al aumentar la concentración del N por lo que el período de la fase de pleno crecimiento del cultivo disminuye.

Corrales *et al.*, (2016), realizaron una investigación sobre el efecto del nitrógeno en los parámetros fotosintéticos y de producción del cultivo de la gerbera (*Gerbera jamesonii* H. Bolus ex Hook. f.), realizado en un invernadero ubicado en la Estación Experimental Santa Rosa - Venezuela. El experimento

lo realizaron con plantas de 3 años de cultivar Cirilo® (Florist) de la especie gerbera (*G. jamesonii*), sembradas en bolsas de 30 cm de alto. El diseño fue completamente al azar con 3 repeticiones, a las cuales se les midieron las variables de intercambio de gases (asimilación de CO₂, transpiración, conductancia estomática), potenciales hídricos foliares y rendimiento cuántico del fotosistema II. Estas variables se relacionaron con el crecimiento vegetativo (área foliar total) y las variables de calidad y producción de flores. Se establecieron 4 tratamientos de fertilización nitrogenada teniendo como testigo la cantidad de nitrógeno que se usa para el cultivo de gerberas (75 mg N planta⁻¹/día⁻¹; Jaimez *et al.*, 2013), el T1 con una concentración 25% por debajo del tratamiento testigo, el T2 con una concentración 25% por encima del tratamiento testigo y el T3 con una concentración 50% por encima del testigo, las dosis se aplicaron 3 veces por semana. Los resultados mostraron que el aumento en la dosis de N a nivel del sustrato trajo como consecuencia un aumento en la asimilación de CO₂. Sin embargo, es posible reducir la dosis de fertilización de N en un 25% (56mg N planta⁻¹ día⁻¹) sin afectar la producción mensual de flores ni la calidad de estas.

López *et al.*, (2005), realizaron un estudio sobre la aplicación de cinco niveles de nitrógeno en el rendimiento del camu camu (*Myrciaria dubia* HBK Mc Vaugh) en un entisol de Pucallpa, realizado en el sector Pacacocha. Los tratamientos fueron: 30, 60, 90 y 120 kg de N/ha, estas se aplicaron de forma fraccionada. El diseño estadístico fue de bloques completamente al azar, cada tratamiento tuvo cuatro repeticiones y usaron plantas de siete años de edad, con una densidad de 833 plantas/ha. Como fuente de N se utilizó urea al 46% de N, esta se aplicó alrededor de la planta a un radio de un metro. Los resultados respecto al crecimiento de planta fueron que el número de ramas fue creciente hasta los niveles de 80 kg N/ha mientras que en las demás variables de crecimiento fueron ascendentes hasta 60 kg N/ha descendiendo en los niveles de 80 kg/ha, sin embargo para las variables de producción los niveles de 60 y 80 kg N/ha fueron los más altos con una producción de 8 930 y 8 150 kg/ha pero en base a los análisis económicos determinaron que la fertilización nitrogenada adecuada para el cultivo de camu camu en suelos del orden entisols fueron 60 kg N/ha.

Según Sieiro *et al.*, (2020), en sus estudios del efecto de los macroelementos primarios en la susceptibilidad a enfermedades, el estudio lo realizaron mediante la búsqueda de publicaciones de revistas científicas y tesis, donde los trabajos enfatizaron los macroelementos primarios y su acción en los mecanismos de incidencia, severidad y/o tolerancia a las enfermedades. Después de la revisión y análisis concluyeron que los macroelementos primarios pueden incidir en la tolerancia y/o resistencia a las enfermedades en plantas a excepción del nitrógeno el cual incrementa la susceptibilidad, sin embargo, la fertilización balanceada promueve un óptimo crecimiento de la planta y la hace resistente a enfermedades.

Aguilar *et al.*, (2015), realizaron el análisis de crecimiento y rendimiento de maíz en clima cálido en función del genotipo, biofertilizante y nitrógeno, con el objetivo de determinar la producción de materia seca, tasa de asimilación neta, tasa de crecimiento del cultivo y rendimiento de grano de maíz mejorado y criollo en siembra temprana bajo riego, en función del nitrógeno y biofertilizante aplicado, el estudio fue realizado en Iguala, Gro-México. El cultivo que sembraron fue el maíz criollo raza "Vandeño" y el híbrido "H-562", los tratamientos consistieron en inocular a la semilla con el biofertilizante, 1kg de Glomus y 0.4 kg de Azospirillum, además emplearon tres niveles de fertilización 0, 80, 160 kg N/ha, los cuales se aplicaron de forma fraccionada. El diseño experimental fue de bloques completamente al azar, con arreglo en parcelas sub divididas con 4 repeticiones y la densidad de población fue 6.25 pl/m² distancia entre surcos de 80 cm. Al finalizar el estudio concluyeron que el maíz "Vandeño" tuvo un incremento de la materia seca con la aplicación del biofertilizante y 160 kg N/ha sin embargo no fue significativo para el rendimiento de grano, por otro lado, el índice y duración de área foliar fueron más altos con las dosis de 80 y 160 kg N/ha, ocasionando la mayor tasa de crecimiento. En el caso del maíz "H-562" la dosis de 160 kg N/ha dio la más alta producción de materia seca total, rendimiento de grano, incrementación del índice y duración de área foliar ocasionando alta tasa de crecimiento y asimilación neta del cultivo.

Olalde *et al.*, (2000) citado por Carrillo & Yumbla (2022), realizaron un estudio de crecimiento y distribución de biomasa en girasol en función del nitrógeno y densidad de población en clima cálido, establecido en Cocula – México, el estudio tuvo el objetivo de evaluar antes de siembra el efecto de la aplicación de tres niveles de nitrógeno (0, 10 y 20 g/m²) y tres densidades de población (5, 7.5 y 10 plantas/m²). El diseño experimental fue un BCR con arreglo en parcelas divididas y cuatro repeticiones, cada unidad experimental constaron de cuatro surcos de 6 m de longitud, para la evaluación del crecimiento del cultivo se muestreo tres plantas a los 18, 40, 54 y 77 días después de siembra, las variables que evaluaron fueron: el número de hojas verdes, índice de área foliar y la acumulación de materia seca. Al finalizar el estudio concluyeron que la fertilización nitrogenada incrementa el índice de área foliar, producción de materia seca y rendimiento, pero no incrementa el número de hojas por m². La dosis más óptima es de 10 g de nitrógeno (100 kg de N/ha) y con una densidad de población de 10 pl/m² (100 000 pl/ha) de girasol cv. Victoria por el alto beneficio económico.

Cecilio *et al.*, (2011), realizaron un estudio sobre el crecimiento y producción de repollo en función de la densidad de población y nitrógeno, el experimento fue estableció en la Universidad Estatal Paulista de Jaboticabal – Brasil, con el objetivo de evaluar el efecto de la densidad de población, el primero de 31 250 y el segundo 46 875 plantas/ha con dosis de 0, 100, 200 y 300 kg de N/ha en el crecimiento y la producción de repollo Astrus. El diseño experimental fue de bloques al azar, con un arreglo factorial de 2x4 y tres repeticiones. Al finalizar el experimento concluyeron que la dosis adecuada fue de 300 kg de N/ha con una producción de 72.7 t/ha de cabezas de repollo en la segunda densidad sin embargo la primera densidad presentó más diferencias significativas por el número de hojas internas y externas, materia seca de hojas internas y externas, diámetro de tallo en la inserción de la cabeza, materia seca y fresca del tallo.

Según Massone *et al.*, (2018), realizaron un estudio del efecto de la fertilización con distintas concentraciones de nitrógeno y potasio en el crecimiento de plantones de ciprés de la cordillera (*Austrocedrus chilensis*) en

vivero establecido en el Instituto de Biotecnología de Esquel - Argentina, con el objetivo de analizar la concentración en relación a los nutrientes por lo cual se estudiaron los diferentes niveles de concentración de nitrógeno (50, 100, 150 y 200 mg/L) en dos relaciones proporcionales con el potasio (3:2:1 y 3:2:3 N:P:K) durante la etapa de crecimiento. Evaluaron las siguientes variables: altura, diámetro del tallo, biomasa total, estado nutricional y potencial de crecimiento radical. Al finalizar el estudio indicaron que el crecimiento de plantones de ciprés (*A. chilensis*) es mayormente influenciado por la relación nitrógeno:potasio durante la etapa de crecimiento, sin embargo pudieron observar que mientras mayor sea la concentración de nitrógeno mayor es la inhibición de crecimiento, por otro lado mientras las proporciones de nitrógeno:potasio y las bajas concentraciones de nitrógeno mejoran el comportamiento del potencial de crecimiento radical, poniendo en evidencia que las concentraciones de 50 a 100 mg/L mejoran los atributos morfológicos además de reducir el tiempo del cultivo en vivero.

2.2. Bases teóricas.

2.2.1. Origen.

El camu camu, es un frutal nativo de la región amazónica (Akter *et al.*, 2011).

2.2.2. Distribución geográfica.

Según el IIAP (2001) citado por Flores & Ruíz (2017), determinaron que existen poblaciones naturales en: Perú, Brasil, Colombia y Venezuela.

- a) En Perú: en los afluentes de los ríos Nanay, Napo, Ucayali, Marañón, Tigre, Tapiche, Yarapa, Tahuayo, Pintuyacu, Itaya, Ampiyacu, Apayacu, Manítí, Oroza, Putumayo, Yaraví y Curaray.

- b) En Brasil: en los ríos Tocantins y Trombetas (Estado de Pará); Yavarí, Madeira, Negro y Xingú (Estado de Amazonas); Macangana y Urupé (Estado de Rondonia).
- c) En Venezuela: en los ríos Orinoco, Caciqueare, Oreda, Pargueni y Caura.
- d) En Colombia: en el río Inírida (Colombia).

2.2.3. Clasificación taxonómica.

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Rosidae

Orden: Myrtales

Familia: Myrtaceae

Subfamilia: Myrtoideae

Tribu: Myrteae

Género: Myrciaria

Especie: *dubia*

Sinónimos: *Psidium dubium* H.B.K., *Psidium dubia* Kunth H.B.K., *Psidium dubia* Kunth, *Eugenia divaricata* Benth, *Myrciaria divaricata* (Benth.) Berg, *Myrciaria phyllisaeoides* Berg, *Myrciaria paraensis* Berg, *Myrciaria caurensis* Steyermer, *Myrciaria spruceana* Berg.

Nombre común: Camu camu, camu camu negro, camo camo, “cacari”, guapuro blanco, arazá de agua, rumberry, algracia, guayabillo blanco, guayabito, limoncillo, azedinha, cacari, miraúba y muraúba.

2.2.4. Descripción morfológica de la planta.

Según Vásquez (2018) la morfología del camu camu es la siguiente:

2.2.4.1. Raíces.

La raíz principal tiene forma cónica llegando a profundizarse hasta 50 cm de la superficie, con abundancia y superficialidad de las raíces secundarias.

2.2.4.2. Tallo.

El tallo y ramas principales son glabras, existiendo diversidad en la estructura de la copa, desde estrechas o columnares, hasta anchas o coposas. Las plantas individuales pueden alcanzar una altura de 6 a 8 m y un diámetro basal de tallo de 10-15 cm. Después del estiaje de los ríos, la corteza se desprende del tallo en finos ritidomas característicos de la especie.

2.2.4.3. Hojas.

Las hojas son simples y opuestas, con 6 a 10 cm de longitud, de forma aovada, elíptica o lanceolada. Ápice acuminado, con base redondeada, bordes enteros ligeramente ondulados.

2.2.4.4. Flores.

Las flores son de color blanco uniforme, miden entre 1 y 1.2 cm de diámetro y tienen 4 pétalos.

2.2.4.5. Frutos.

Los frutos presentan un diámetro de 2.4 a 2.6 cm y pesan en promedio 6.9 g. El número de semillas por fruto es de 1 a 4, predominando en un 90% 2 semillas por fruto.

2.2.5. Fenología del cultivo.

Según Casas, (2014); la fenología del cultivo de camu camu es la siguiente:

1. Germinación: Entre los 10 y 20 días, dependiendo de la maduración del fruto.
2. Inicio de floración: 2.5 – 3 años después del trasplante y a los 1.5 años en plantas injertadas.
3. Floración: Ocurre entre los meses de septiembre y diciembre. Después de dos meses de la fecundación, el fruto se desarrolla.
4. Cosecha: Es en un intervalo de tiempo debido a la desuniformidad en la aparición de los botones florales, en una misma planta, puede haber botones florales, floración, fructificación y maduración de fruto a la vez.

2.2.6. Factores climáticos y edáficos en el cultivo de camu camu.

2.2.6.1. Temperatura.

M. dubia se encuentra en forma natural en zonas con temperaturas medias de 25°C y precipitación pluvial entre 2 500 a 3 000 mm/año, la evapotranspiración potencial está alrededor de 1 500 mm/año. La humedad del suelo y del ambiente, así como el efecto de la radiación solar son determinantes para el desarrollo del cultivo del camu camu.

En áreas naturales, el excesivo sombreamiento es perjudicial para la emisión de brotes, estas no son aptas para la fructificación (Riva, 1994 citado por Ortiz & Romero, 2017). Vera (2020), manifiesta que el camu camu es típico de bosques húmedos tropicales con temperatura mínima de 22°C, máxima de 32°C y una media de 26°C; niveles de precipitación de 2 500 a 4 000 mm/año, que se consideran satisfactorios para cubrir los requerimientos de agua de la especie.

2.2.6.2. Suelo.

Según INIA (2001) y Delgado (2023), pueden cultivarse en suelos aluviales inundables, debido a que se caracterizan por tener buena fertilidad, y pueden permanecer inundados por uno a varios meses. Además, puede

cultivarse en suelos de altura (ultisol) con pH ácido, con baja fertilidad y mal drenaje, pero con tecnología desarrollada.

Según Verde & Nazario (2018), los lugares más apropiados para el mejor desarrollo del cultivo es en las restingas medias y altas que corresponden a las terrazas medias con suelos francos (con contenido de arena, limo y arcilla con casi la misma proporción), considerando que el nivel de agua de las inundaciones no amenace las cosechas.

2.2.7. Métodos de propagación vegetativa aplicables al camu camu.

2.2.7.1. Acodos.

Los acodos que se pueden aplicar en el cultivo de camu camu es: acodo bajo de cepa o de aporque, acodo aéreo, acodo de punta y acodo de cepa.

2.2.7.2. Estacas.

La propagación por estacas es una de las formas más comunes para realizar una clonación vegetativa esto es debido a que es un método sencillo, consiste en cortar los brotes, ramas o raíces de la planta, las cuales se plantan en un sustrato adecuado como una cama enraizadora, otorgando las condiciones ambientales adecuadas para lograr la regeneración de nuevas raíces y brotación de la parte aérea, con el objetivo de producir una nueva planta (Sisaro & Hagiwara, 2016). Según Vera (2020), los beneficios por esta propagación son muchos como el mantener las características de la planta madre, a comparación de la variabilidad que pueden presentar las plantas que emergieron de semillas, en el caso de los frutos la producción suele ocurrir en menos tiempo de lo cual reduce el tiempo que la planta tarda para llegar a la madurez sexual además de ser otra ventaja debido a que el tamaño final de la planta es menor.

2.2.7.3. Injertos.

Según Venturini & Lopez (2010), los injertos son muy utilizados para establecer bancos clonales y huertos semilleros clonales, los injertos permiten el conservar y mantener el genotipo de especies que al propagarlos por semillas se pierden sus características como por ejemplo en la producción donde la producción puede ser lenta y en algunas ocasiones pueden las plantas ser estériles o en todo caso presentan frutos con baja calidad mientras que por otro lado el injerto permite conservar las características de las plantas entre ellos la producción de los frutos de calidad. Según Vera (2020), la injertación consiste en unir dos partes vegetales que, mediante la soldadura de ambas, pueden continuar con su vida dependiendo entre ambas, como resultado de la unión forma un individuo que se ubica debajo de la unión o injerto esta es llamada portainjerto, patrón o pie, la cual se aporta al sistema radicular y en la parte superior forma la copa de la planta. Los tipos de injertos se dividen en tres grupos: Yema, púa y Aproximación.

- a) Injerto de yema en “T” o en Escudete: Es muy común utilizarlo en fruticultura como en durazno, ciruelo, cítricos, etc. Este injerto consiste en hacer corte en la corteza del patrón en forma de T, en forma vertical de 3-4 cm y en forma horizontal de 1-2 cm. El injerto consiste en una yema y una pequeña porción de corteza que se inserta por debajo de los cortes de T.
- b) Injerto de parche: Comúnmente empleado en cultivos como nogal y olivos, se realiza cortando una porción del patrón de forma rectangular entre 2-3 cm de ancho, y se reemplaza por la corteza del injerto que presente al menos una yema. Se recomienda este tipo de injerto cuando la corteza de la planta es muy gruesa y quebradiza.

El injerto de Púa consiste en tener una porción de rama que se denomina púa que debe presentar una o más yemas, dentro de este tipo de injerto tenemos:

- a) De hendidura: La rama que se usa como injerto debe estar cortada su base en forma de cuña, se introduce en una hendidura efectuada en el patrón afectando a la corteza como madera. Este tipo de injerto se aplica en frutales como peral, manzano, ciruelo y cerezo.
- b) Inglés: este tipo de injerto se usa comúnmente en la vid donde se debe considerar que la púa y el patrón debe tener el mismo diámetro, se preparan realizando un corte oblicuo que tengan una misma inclinación donde se pueden adaptar entre sí para hacer la inserción de las dos partes.

El injerto por aproximación consiste en realizar cortes longitudinales en la corteza tanto del patrón como del injerto para poner en contacto ambas partes atándolas fuertemente.

2.2.7.4. Ventajas de la propagación vegetativa.

Según Iglesias *et al.*, (1996) citado por Prieto *et al.*, (2022), la propagación vegetativa ayuda en la multiplicación o producción masiva de genotipos seleccionados, manteniendo o conservando la genética de clones preseleccionados. Además, mediante la propagación vegetativa se puede conservar la máxima ganancia genética, por lo cual se puede realizar el mejoramiento genético. Las ventajas son las siguientes:

- a) Reproducir en forma masiva y uniforme, genotipos selectos e individuales.
- b) Preservar genotipos mediante los bancos clonales.
- c) Multiplicar genotipos deseados rápidamente.
- d) Evaluar la interacción de genotipos con el ambiente mediante pruebas clonales.
- e) Acelerar el período de crecimiento juvenil alcanzando madurez rápida.
- f) Reproducir especies que tienen problemas de propagación por semilla.

- g) Ahorro económico por medio de la propagación vegetativa de algunas especies.

2.2.7.5. Desventajas de la propagación vegetativa.

Según Iglesias *et al.*, (1996) citado por Prieto *et al.*, (2022), una de las principales limitantes de la propagación vegetativa ha sido el bajo porcentaje reproductivo, debido a que pocas especies arbóreas pueden producirse fácilmente como el álamo (*Populus sp.*), sauce (*Salix sp.*), tamariz (*Tamarix sp.*) y ficus (*Ficus sp.*), etc. Además, se debe considerar que para realizar una propagación vegetativa es difícil de realizarlo en las especies de interés sobre todo si se trata en árboles maduros donde en esa edad es posible apreciar su genotipo. En el caso de enraizar estacas o acodos aéreos, pueden existir problemas de bajo o nulo enraizamiento, es decir que la efectividad es diferente en cada método, se debe agregar que, en las plantaciones establecidas por vía asexual puede existir mayor riesgo de ataque de plagas y enfermedades, esto se debe a que existen información genética similar en el genotipo.

2.2.8. Fertilización del camu camu.

Algunos estudios previos sobre fertilización de camu camu (Vásquez, 2000; Villachica, 1996 citado Soregui, 2018), revelan que: la planta presenta susceptibilidad a deficiencias de Fósforo y Potasio, se recomienda un abonamiento de fondo de dolomita (250 a 500 g/planta) más roca fosfatada (200 a 500 g/planta) más de 2 kg de abono orgánico. La fertilización anual de NPK se recomienda de 80 a 240 kg/ha/año. Según Delgado (2023), en suelos de altura recomienda a partir del quinto año aplicar una fertilización química utilizando una fórmula de 115 – 80 – 80 kg de NPK, fraccionado en tres épocas considerando las precipitaciones pluviales. En caso de suelos inundables no se recomienda aplicar fertilizantes químicos por los sedimentos limosos que deja la creciente de los ríos.

Un estudio previo sobre la aplicación de N (0, 30, 60, 90 y 120 kg N/ha) en camu camu de siete años de edad en suelos entisols (López *et al.*, 2005) revela que en el tercer año de estudio la producción mostro un incremento en la aplicación del fertilizante a niveles de 90 kg N/ha.

Además, un estudio de abonamiento orgánico con bioles en plantas de camu camu de nueve años de edad (Abanto *et al.*, 2015) reveló que el biol de ovino y vacuno presentó mejores resultados con 2 096 frutos/planta, 17.53 t/ha y 14.18 t/ha respectivamente, esto puede ser debido a que los estiércos de ovino y vacuno fermentan más rápido y además ya vienen inoculados con bacterias descompositoras muy eficientes.

2.2.9. Usos.

Según Flores (2010), el "camu camu" es utilizado en su mayoría como extracto o jugo fresco del fruto en estado maduro, otra de las formas utilizadas es por cocción de la corteza y tallo. Por el precio accesible que tiene el camu camu en su temporada de producción los precios son bajos por lo cual se convirtió en una bebida popular para preparar refrescos e incluso bebidas fermentadas. Por otro lado, Pinedo & Armas (2007) citado por Braga (2015), menciona que la población hace un uso tradicional del camu camu para tratar un promedio de 36 enfermedades: artritis 33%, resfrío 17%, diabetes mellitus 1%, colesterol 7%, bronquitis 4%, deficiencia de vitamina C 4%, inflamación 2% y gripe. Además, menciona que en Loreto se utiliza tradicionalmente para curar las siguientes enfermedades: asma, cataratas, depresión, gripe, gingivitis, glaucoma, hepatitis, infertilidad, migraña, osteoporosis y párkinson. Así mismo también es utilizado como antiviral, analgésico y antioxidante.

2.2.10. Composición del camu camu.

Según Arellano *et al.* (2016), el fruto del cultivo de camu camu destaca por su composición esto es debido a que tiene un alto contenido de vitamina C

(ácido ascórbico) con 2780 mg/100 g. El camu camu es fuente de minerales como potasio, sodio, calcio, magnesio, zinc, magnesio, manganeso, cobre, además de varios aminoácidos como serina, leucina y valina (Akachi *et al.*, 2010, Akter *et al.*, 2011). Según Fracassetti *et al.*, (2013), el fruto de camu camu presenta compuestos fenólicos como flavonoides, antocianinas, pro-antocianinas, elagitaninos, además de derivados del ácido gálico y ácido elágico.

2.2.11. Nutrición mineral.

Según Abanto (2010), el estudio de nutrición mineral en el cultivo de camu camu se sabe muy poco por lo que genera dificultad en la transferencia de tecnologías, debido a que no existen criterios definidos para recomendar la fertilización en los primeros años del cultivo, a pesar que el cultivo de camu camu es una especie nativa de la Amazonía con importancia económica.

Según Barrera *et al.*, (2010), recomienda que cada especie de planta requiere de una nutrición mineral adecuada para un mejor crecimiento y desarrollo que por ende dará una mayor producción para que cubra la demanda poblacional.

2.2.11.1. Elementos minerales.

Según Zambolim & Ventura (2016), existen elementos que son necesarios para obtener un óptimo crecimiento y reproducción y que además no pueden ser reemplazados por otro elemento y tienen un efecto directo sobre el metabolismo que se consideran esenciales para la planta.

Los 16 elementos esenciales son: Carbono (C), Oxígeno (O), Hidrógeno (H), Nitrógeno (N), Fósforo (P), Calcio (Ca), Azufre (S), Magnesio (Mg), Manganeso (Mn), Molibdeno (Mo), Hierro (Fe), Boro (B), Cobre (Cu), Potasio (K), Zinc (Zn), Cloro (Cl) de los cuales el Carbono y Oxígeno provienen de la atmósfera y los demás elementos son adquiridos a partir del sustrato.

También existen otros elementos que las plantas pueden adquirir del sustrato estos son: Plomo (Pb), Cadmio (Cd), Aluminio (Al), Níquel (Ni), Selenio (Se), Cromo (Cr), Flúor (F), Sodio (Na), Cobalto (Co), estos elementos no son considerados necesariamente esenciales y en varios casos pueden ser tóxicos a bajas concentraciones. Existen elementos que se consideran esenciales solo para ciertas familias o especies son considerados elementos benéficos estos son: Sodio, Sílice y Cobalto.

2.2.11.2. Nutrición mineral en soluciones nutritivas.

La nutrición mineral consiste en incorporar sustancias externas al organismo (planta) a través de un proceso que puede ser complejo dependiendo de la especie, a esto se llama asimilación. Los minerales se dividieron de manera convencional en dos partes: macronutrientes y micronutrientes u oligoelementos, estos se clasificaron por la cantidad presente en la planta, considerándose así que los macronutrientes se encuentran en grandes cantidades y los micronutrientes en pequeñas cantidades. Los macronutrientes: carbono, calcio, oxígeno, hidrógeno, nitrógeno, fósforo, azufre, potasio y magnesio. Los micronutrientes: hierro, manganeso, boro, cobre, zinc, molibdeno y cloro.

Sin embargo, todos estos nutrientes son importantes para la planta que su ausencia puede anular el crecimiento. La función de cada nutriente es esencial porque cada uno desempeña varias funciones, considerándose que forman parte de las enzimas que tienen el objetivo de acelerar y posibilitar las relaciones químicas en las plantas. La absorción mineral puede condicionar el desarrollo de la planta debido a que los bioelementos una vez dentro de la planta son muy activos por lo cual participan en numerosas reacciones químicas, necesarias para el crecimiento, mantenimiento, intercambio energético, formación de nuevos órganos, continuidad de la especie, etc.

2.2.11.3. Solución stock.

Hoagland y Arnon (1972), citado por Pinedo & Pérez (2020); formularon dos soluciones nutritivas las cuales han sido ampliamente utilizadas y el término "Solución de Hoagland" proviene de los laboratorios caseros del mundo, dedicados a la nutrición de las plantas a nivel mundial.

Tabla 1. Solución Stock (SE) de componentes de solución nutritiva.

Si	Sustancia	g/lt	Mol.	Concentración de elementos (ppm)					
				Ca	N	K	Mg	S	P
A	Ca (NO ₃) ₂ H ₂ O Nitrato de calcio	236.16	1	40,080	28,020	-----	-----	-----	-----
B	KNO ₃ Nitrato de potasio	101.10	1	-----	14,010	39,160	-----	-----	-----
C	SO ₄ Mg Sulfato de magnesio	120.37	1	-----	-----	-----	24,310	32,060	-----
D	KH ₂ PO ₄ Fosfato monopotásico	135.15	1	-----	-----	39,160	-----	-----	30,970
E	Ca (H ₂ PO ₄) Fosfato monocalcico	2.7	0.01	400	-----	-----	-----	-----	640
F	K ₂ SO ₄ Sulfato de potasio	87.5	0.5	-----	-----	39,160	-----	16,030	-----
G	CaSO ₄ 2H ₂ O Sulfato de calcio	1.72	0.01	400	-----	-----	-----	320	-----
H	Mg (NO ₃) ₂ Nitrato de magnesio	148.33	1	-----	28,020	-----	24,310	-----	-----
I	Micronutrientes								
J	Fe –EDTA Fe – SO ₄ 7H ₂ O5	26,10 24,90	Dilución en 700 ml de agua destilada conteniendo 268 ml de NaOH (40 g/L) y completado a un litro.						

Fuente: Pérez, (1998) citado por Pinedo, (2018).

Tabla 2. Solución de micronutrientes de Hoagland y Arnon (I).

SUSTANCIA	g/lt	Concentración de elementos (ppm)						
		Mn	Cl	B	Zn	S	Cu	Mo
MnCl ₂ H ₂ O Cloruro de manganeso	1.81	502	628	-----	-----	-----	-----	-----
H ₃ BO ₃ Ácido bórico	2.86	-----	-----	439	-----	-----	-----	-----
ZnSO ₄ -7H ₂ O Sulfato de zinc heptahidratado	0.1	-----	-----	-----	29.2	14.2	-----	-----
SO ₄ Cu-5H ₂ O Sulfato de cobre	0.1	-----	-----	-----	-----	12.9	25	-----
H ₂ MoO ₄ H ₂ O Ácido molibítico	0.1	-----	-----	-----	-----	-----	-----	53

Fuente: Pérez, (1998) citado por Pinedo, (2018).

Tabla 3. Solución de Fe (J).

SUSTANCIA	g/L	Concentración de elementos
Fe (EDTA*) Fe- (SO₄7H₂O5)	26,10 + 24,90	Dilución en 700 ml de agua destilada conteniendo 268 ml de NaOH (40g/L) y completado a un litro de solución=5,6ppm/ml.

Fuente: Pérez, (1998) citado por Pinedo, (2018).

Quelato de hierro (Fe –EDTA): Quelato de hierro 13% al 100% EDTA, con una alta concentración de hierro, indispensable en programas para la corrección y mantenimiento en las deficiencias de Hierro.

Hierro (Fe).....13.00%

Nitrógeno.....0.20%

El hierro es considerado uno de los elementos importantes e indispensables, en la formación de la clorofila, en procesos de respiración y fijación de nitrógeno. Las deficiencias del hierro se muestran en plantas

cloróticas principalmente en las hojas jóvenes, retraso en el crecimiento, necrosis y en casos graves muerte de la planta.

2.2.12. Elementos esenciales en las plantas.

Son aquellos elementos que la planta requiere para un óptimo desarrollo y complementar su ciclo de vida. Para que un elemento sea considerado esencial, debe cumplir los siguientes criterios:

- Un elemento es esencial si la planta no puede completar su ciclo de vida en ausencia de dicho elemento.
- El elemento no puede ser reemplazado totalmente por otro nutriente en las funciones que cumple en la planta.
- Debe formar parte de cualquier molécula o constituyente que sea en sí, esencial para la planta.
- Debe actuar de manera directa en el interior de la planta, sin influir en que otro elemento sea más fácilmente disponible al antagonizar con otros elementos.

2.2.13. Parámetros y medidas de referencia fisiológica.

Birchler *et al.*, (1998) citado por Prieto *et al.*, (2018); menciona que la morfología de la planta manifiesta la respuesta fisiológica de las condiciones ambientales y las prácticas culturales que se realizan en la etapa de vivero y que es posible cuantificar. El número de parámetros morfológicos es alto y solo se deben tomar en cuenta los que brinden mayor información considerando una medición más sencilla. Algunos de los parámetros más empleados son:

Altura: Es de fácil medición sin embargo no es muy informativa. Brinda información de aproximación del área fotosintetizante y transpirante ignorando la arquitectura de la planta. Varios estudios concluyen que la altura inicial de

las plantas no se correlaciona con la supervivencia, pero si con el crecimiento en altura de la planta.

Diámetro: Es de fácil medición. Brinda la información de aproximación de la sección transversal de transporte de agua, y la capacidad para tolerar las altas temperatura en la superficie del suelo. El diámetro se puede mejorar con el aumento de tiempo de germinación y su uniformidad.

Relación parte aérea/parte radical: Es la relación de la parte aérea y la parte radical y se calcula a partir de los pesos secos de cada una de las partes. Este parámetro se considera importante cuando la plantación tiene lugar en estaciones difíciles, donde su primer año de supervivencia es largo y cálido.

Cociente de esbeltez: Se denomina así por la relación entre la altura con el diámetro de la planta, siendo indicador de la densidad de cultivo. Este parámetro se considera importante en las plantas en contenedor.

Índice de calidad de Dickson: Trata del cálculo de la relación entre el peso seco total de la planta y la suma de la esbeltez y la relación parte aérea/parte radical. Este índice se emplea para el estudio del comportamiento en campo especialmente en especies coníferas.

Evaluación del comportamiento: Esta evaluación se realiza mayormente en los viveros de las zonas templadas de la cual consiste en predecir el resultado de las plantaciones mediante el uso de ensayos de comportamiento, dando como indicación puntual del comportamiento de la planta en un ambiente determinado.

Potencial de crecimiento: Se evalúa la capacidad de la planta para producir rápidamente nuevas raíces dentro de un ambiente favorable, esto ayuda a predecir la supervivencia y vigor de la planta sobre todo después del trasplante.

Según Sanz *et al.*, (2001) citado por Ochoa (2022), las hojas también se consideran como parámetro, en este caso parámetro fotosintético como la clorofila. Las hojas cuando reciben más energía de la que pueden usar en el proceso fotosintético, originan un gradiente protónico que excede las necesidades de uso de la síntesis de ATP por lo cual puede existir un descenso en la producción de oxígeno.

2.3. Definiciones de términos básicos.

Acodo: Es un método artificial de propagación de plantas, con el objetivo de hacer posible la aparición de raíces.

Camu camu: Fruta típica y exótica, crece en las riberas de los ríos y en los terrenos inundables de la Amazonía, además que contiene un alto contenido en vitamina C.

Conductancia estomática: Es un parámetro que determina el grado de apertura estomática que hay en las hojas de las plantas.

Entisol: Son los suelos que no muestran ningún desarrollo definido de perfiles.

Glabra: Adjetivo que se usa en botánica para describir una característica morfológica como liso, brillante, no presenta ningún pelo o cerdas.

Macroelementos: Son los elementos nutritivos que son absorbidos por la planta en mayores cantidades, en estos se incluyen el nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, calcio y magnesio.

Nitrógeno: Es un elemento químico gaseoso, incoloro, inodoro e insípido, está presente en la corteza terrestre y también en todos los seres vivos.

Oligoelementos: Son elementos químicos que son indispensables para las funciones fisiológicas de las plantas en pequeñas cantidades.

Parámetro: Es una variable que sirve para evaluar o valorar una determinada situación.

Potencial hídrico foliar: Es una variable o indicador frecuentemente utilizado para medir el estado hídrico de la planta.

Ultisol: Son suelos ácidos, presentan poca materia orgánica, posee bajo pH y donde no todos los cultivos puedan desarrollarse sobre éstos.

Urea: Es un fertilizante que se usa para las plantas, que contiene un alto contenido de nitrógeno.

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1. Campo experimental.

3.1.1. Ubicación y duración del experimento.

El presente experimento se llevó a cabo en las instalaciones de Hidroponía, del campus de la Universidad Nacional de Ucayali, ubicado en el Km 6.200 de la carretera Federico Basadre, perteneciente al distrito de Manantay, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali, con las coordenadas UTM: por el Este 546898 m y Norte 9070694 m, a una altitud de 154 m.s.n.m.

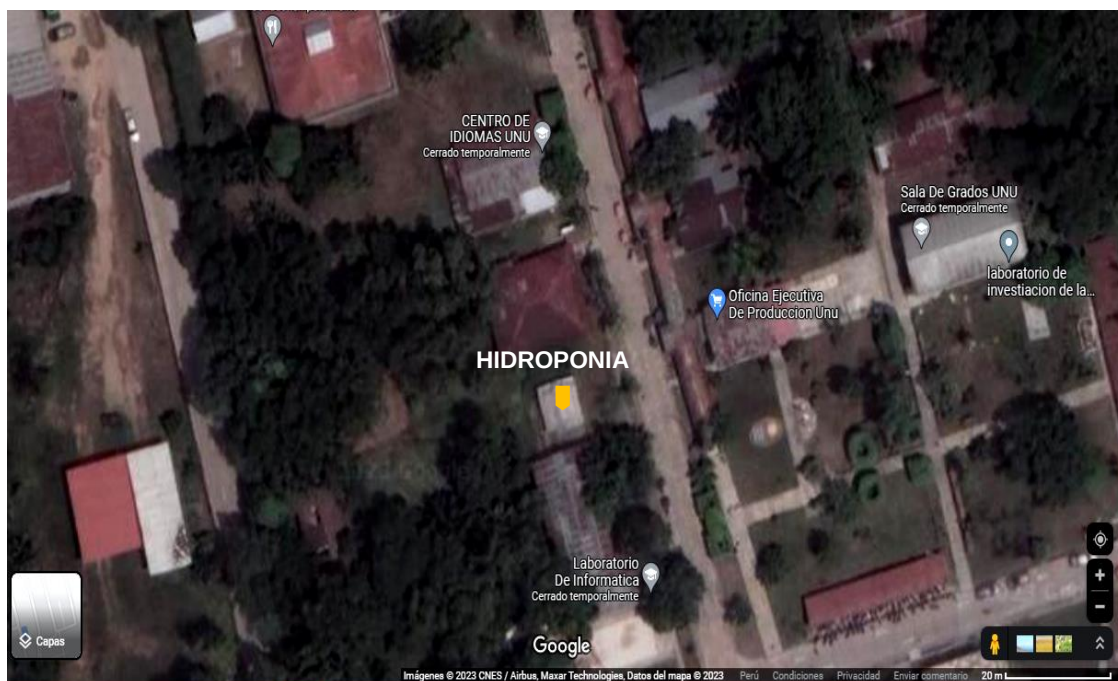


Figura 1. Ubicación satelital de hidroponía de la Universidad Nacional de Ucayali, Pucallpa, Perú, 2023.

3.1.2. Historia de campo.

El área donde se desarrolló el ensayo, es en las camas experimentales de hidroponía, el cual estaba con su instalación de sombra con la malla raschel,

dando un 80% luz, y 20% sombra. Antes de la ejecución del ensayo prevalecía un ensayo de lechuga en nutrición mineral.

3.1.3. Duración del estudio.

La investigación tuvo una duración de 4 meses, empezando en el mes de julio y culminando en el mes de octubre del 2019.

3.1.4. Clima.

Los datos climatológicos registrados en la Universidad Nacional de Ucayali durante los meses del experimento se encuentran en la presente figura 2 y 3. La mayor temperatura que se presentó durante el experimento fue de 28.1 °C en el mes de septiembre y el menor promedio fue de 26.1 °C en el mes de julio; la precipitación mensual más alta fue de 128.7 mm en el mes de octubre y la más baja fue en el mes de agosto con 16.8 mm todo el mes.

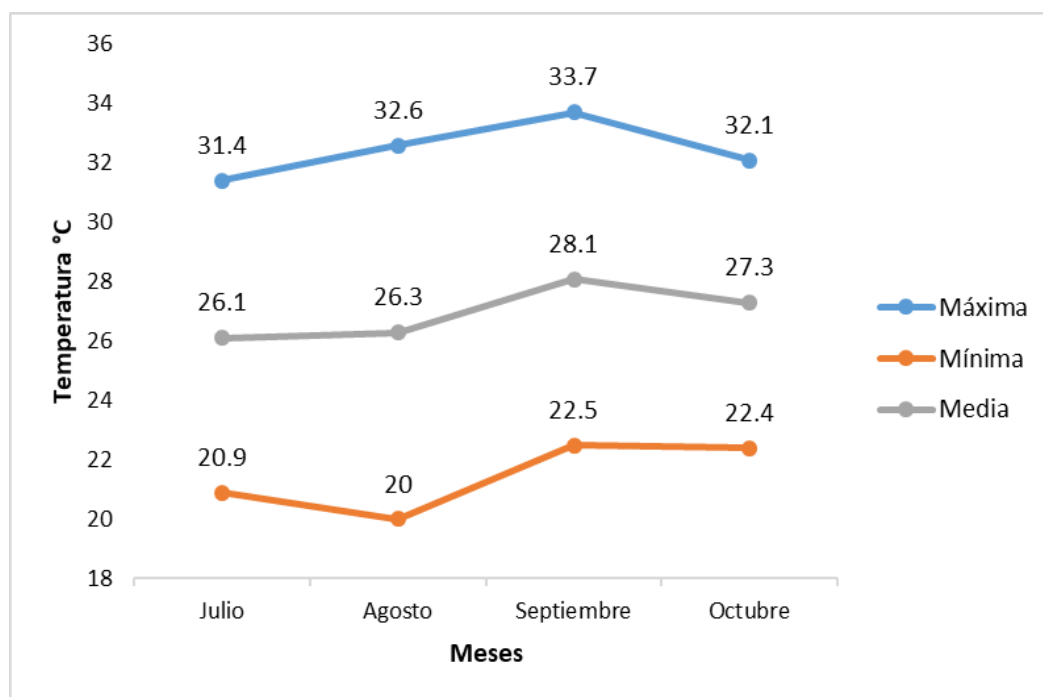


Figura 2. Comportamiento de la temperatura en °C, desde julio hasta octubre. Pucallpa, Perú, 2019.

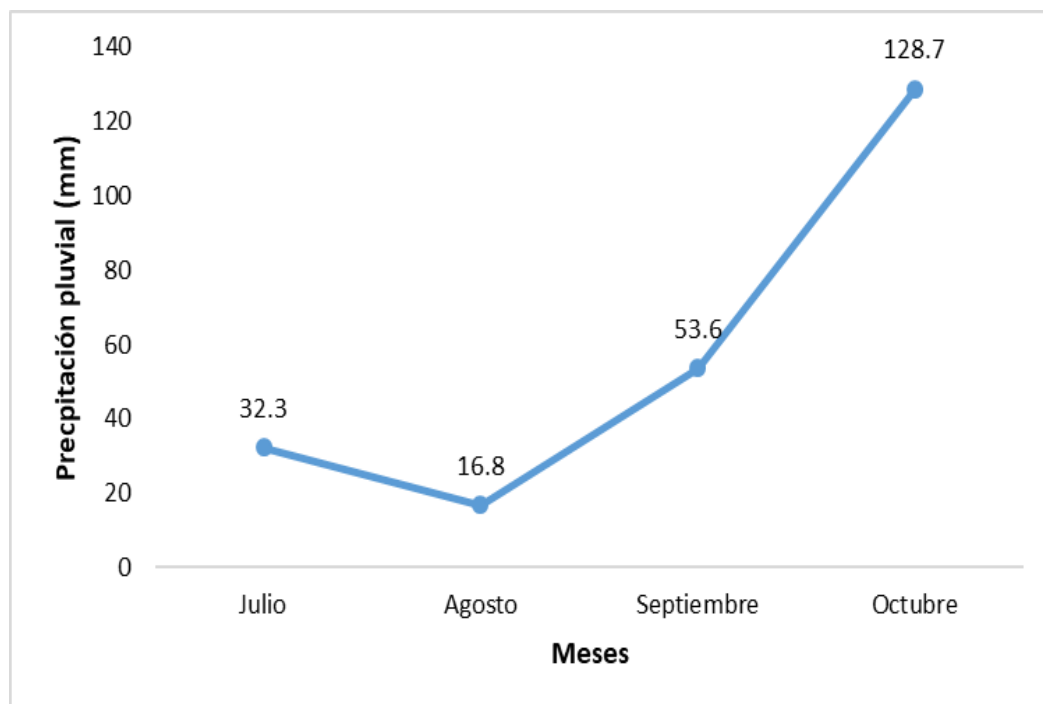


Figura 3. Registro de la precipitación pluvial en mm, desde julio hasta octubre. Pucallpa, Perú, 2019.

3.2. Materiales y equipos.

Los materiales, equipos e insumos usados en el desarrollo de esta tesis fueron los siguientes:

3.2.1. Material vegetal.

- Plántulas de camu camu.

3.2.2. Material de campo.

Los materiales de campo usados fueron los siguientes: baldes de 4 litros, tapa perforada con dos orificios, pipetas, esponja, baldes de plástico de 20 litros, plumones, vernier, gigantografía, libreta de campo, lapicero, pintura gris.

3.2.3. Equipos e insumos.

Los equipos usados fueron los siguientes: balanza de precisión en g., cámara fotográfica, laptop y pHmetro digital.

Sales minerales de laboratorio: Nitrato de calcio, nitrato de potasio, fosfato mono cálcico, sulfato de magnesio, fosfato monopotásico, nitrato de amonio, hidróxido de sodio, ácido bórico, cloruro de manganeso, sulfato de zinc heptahidratado, sulfato de cobre, ácido molibítico (solución stock) e hipoclorito de sodio.

3.3. Metodología.

Se realizó el tipo de investigación: aplicada, con naturaleza de los datos: cuantitativa, y con manipulación de variables: experimental, debido a que las evaluaciones se realizaron midiendo el comportamiento de las diferentes dosis de N, esto mediante el registro de las variables de crecimiento y datos registrados respecto al desarrollo del cultivo.

3.3.1. Tratamientos en estudio (variables independientes).

Se evaluó (6) seis dosis de N, sobre la base de la solución de Hoagland y Arnon la misma que se presenta en la Tabla 4.

Tabla 4. Descripción de los tratamientos en estudio.

Tratamientos	N
T1	Solución con 50ppm de N
T2	Solución con 100ppm de N
T3	Solución con 150ppm de N
T4	Solución con 210ppm de N
T5	Solución con 250ppm de N
T6	Solución con 300ppm de N

Así mismo, la distribución de los tratamientos en campo, se observa en la Tabla 5.

Tabla 5. Distribución de los tratamientos en campo experimental.

Tratamientos y repeticiones.			
T1 R4	T2 R2	T1 R3	T2 R3
T6 R2	T4 R4	T5 R3	T4 R1
T3 R3	T6 R4	T4 R2	T2 R1
T2 R4	T5 R2	T3 R4	T3 R1
T6 R1	T4 R3	T6 R3	T5 R1
T5 R4	T1 R1	T1 R2	T3 R2

3.3.2. Diseño experimental.

Para el presente trabajo de investigación el diseño experimental empleado fue el Diseño Completo Randomizado (DCR) con seis (6) tratamientos y cuatro (4) repeticiones, haciendo un total de veinticuatro (24) unidades experimentales; cuyo modelo matemático es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij}	=	Cualquier observación en estudio.
μ	=	Media general.
T_i	=	Efecto de i - ésimo tratamiento en estudio.
ε_{ij}	=	Error experimental o residual.

3.3.3. Esquema de análisis de varianza.

En la Tabla 6, se muestra las fuentes de variabilidad que componen al análisis de varianza de acuerdo al modelo matemático utilizado para el experimento.

Tabla 6. Fuentes de variabilidad del análisis de varianza.

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad
Tratamiento	5
Error	18
Total	23

3.3.4. Parcela experimental.

La característica de la parcela experimental es la siguiente:

Número de tratamientos = 6.

Número de repeticiones/tratamientos = 4.

Número de plantas/unidad experimental = 2.

Número total de plantas = 48.

Número de unidades experimentales = 24.

3.4. Descripción del experimento.

Para la ejecución de la investigación se realizaron las actividades siguientes.

3.4.1. Obtención de las semillas de camu camu.

Selección de los frutos: Se obtuvieron de las parcelas que se encuentran en la parte de atrás de la Universidad Nacional de Ucayali, los frutos cosechados de la planta presentaron los siguientes aspectos: madurez total (color rojizo), forma y tamaño uniforme, descartándose los frutos que presentaron menor tamaño, con deformidades y que tuvieran algún daño.

Obtención de las semillas: Se seleccionó frutos con un peso total de 3 kg. La extracción de las semillas se realizó de forma manual, se presionó los frutos

con la mano, separando la cascara y pulpa de las semillas, luego se procedió a orearlas por un espacio de dos días. Se eliminó las semillas que presentaron deformidad y tamaño pequeño. Posteriormente las semillas se conservaron en un envase estéril hasta llevar a la cama germinadora.

3.4.2. Fase de almacigo.

La cama germinadora estuvo instalada en el huerto de una propiedad privada ubicada en av. Aviación con Túpac. La cama germinadora tuvo las dimensiones de 1.5 m. de largo por 0.80 m. de ancho, donde toda el área fue empleada para la germinación de semillas. Conteniendo como sustrato arena de río, el cual previamente se tamizó para eliminar las impurezas presentes (piedras, etc.). Después se prosiguió a distribuirse el sustrato uniformemente en la cama germinadora, preparándola para la siembra.

3.4.3. Siembra de las semillas.

Se preparó la cama almaciguera regándola un día antes, al día siguiente se distribuyeron las semillas con un distanciamiento de 0.10 m. por 0.10 m.

3.4.4. Días a la germinación.

Se observó que a los 28 días empezaron a germinar (50%) después de los 10 días germinaron un 70%.

3.4.5. Riego del almacigo.

El riego para la germinación de las semillas se hizo por chorro continuo, realizándose dos veces por día (7 a.m. y 5 p.m.).

3.4.6. Acondicionamiento de los contenedores.

Para el acondicionamiento se usaron baldes de 4 litros de capacidad con sus respectivas tapas, cada tapa con dos orificios, los cuales fueron pintados con pintura esmalte color aluminio con la finalidad de que por las altas temperaturas no caliente la solución y así no puedan morir las plántulas. Después que se secaron los baldes se prosiguió a la desinfección con hipoclorito de sodio al 2%, para luego ser secados en temperatura ambiente. Posteriormente los baldes fueron etiquetados con sus respectivas claves para así realizar el trasplante de las plántulas y colocarlos bajo techo con malla verde (Raschel) de 50% de sombra, por la alta luminosidad.

3.4.7. Preparación de la Solución nutritiva.

Para la preparación de soluciones, se usaron reactivos de macro y micronutrientes, con concentración de elementos en ppm. Las soluciones se prepararon usando la referencia de solución nutritiva de Hoagland y Arnon (1950) citado por Pinedo & Pérez (2020), empleando agua destilada estéril.

Tabla 7. Preparación de tratamientos en estudio (N = 210 ppm solución completa de Hoagland y Arnon).

Características de la solución nutritiva.	Cantidades de soluciones stock en mililitros para preparar 4 litros de solución nutritiva.					
	A	B	C	D	I	J
Contenido de N	Nitrato de calcio	Nitrato de potasio	Sulfato de magnesio	Fosfato monopotásico	Micronut.	Quelato de Hierro
1.- T ₁ 50 ppm.	5	20	8	4	4	4
2.- T ₂ 100 ppm	10	20	8	4	4	4
3.- T ₃ 150 ppm	15	20	8	4	4	4
4.- T ₄ 210 ppm	20	20	8	4	4	4
5.- T ₅ 250 ppm	20 + 2 ml NH ₄ NO ₃	20	8	4	4	4
6.- T ₆ 300 ppm	20 + 4 ml NH ₄ NO ₃	20	8	4	4	4

3.4.8. Aplicaciones y evaluaciones.

La aplicación de la solución nutritiva (Hoagland y Arnon), se realizó a 6 tratamientos con cuatro repeticiones, que fueron con concentraciones de N en 50, 100, 150, 210, 250, 300 ppm. Las soluciones nutritivas se aplicaron cada 15 días durante la investigación, que fue un total de 8 aplicaciones desde el 17 de julio al 23 de octubre del 2019. Las evaluaciones igualmente se realizarán cada 15 días después de cada aplicación.

3.4.9. Trasplante de las plántulas a la solución nutritiva.

Esta actividad se realizó desde que las plántulas tuvieron 3 meses de crecimiento, presentando de 6 a 10 hojas verdaderas (10 de julio). El trasplante se realizó extrayendo cuidadosamente las plántulas de su almacigo, para luego ser colocadas en una bandeja con agua destilada, para en seguida envolverlas con esponjas de 1 pulgada aproximadamente hasta la altura del cuello del tallo, seguidamente cada plántula envuelta con su respectiva esponja se colocó en cada orificio de la tapa del balde para así asegurar el contacto de las raíces con la solución nutritiva. Posteriormente, los contenedores con las plántulas ya colocadas, se instaló al azar, bajo un techo de 50% de sombra, para la protección de la luminosidad.

3.4.10. Cuidados después del trasplante.

Se tuvo que tener cuidado en mantener el contacto de la solución nutritiva con la raíz de la planta, en caso contrario se procedió a verter más agua destilada hasta llegar al nivel de la solución nutritiva; además se hizo el cambio de soluciones nutritivas cada 15 días, midiendo el pH, antes y después del cambio de agua y la evaluación de los parámetros de crecimiento.

3.4.11. Cambios de Solución Nutritiva.

Se realizó cada 15 días, que consistió en desechar la solución nutritiva anterior de los baldes para renovar la solución nutritiva y así mantener en una condición adecuada los contenidos de nutrientes y pH.

3.5. Variables evaluadas (variables dependientes).

3.5.1. Longitud de la parte aérea de la planta.

Se determinó desde la base de la tapa de balde, hasta el ápice vegetativo, empleándose una regla y midiéndose en cm. Esto se realizó desde el primer día del trasplante y luego quincenalmente.

3.5.2. Longitud de raíces.

Se midió la longitud de la raíz, desde el origen de la raíz hasta la punta terminal de la raíz, para ello se empleó una regla. Esto se realizó desde el primer día de trasplante, luego se midió cada quince días, registrándose en cm.

3.5.3. Volumen de raíz.

Para determinar el volumen de raíz se tuvo que cortar las raíces de la planta para luego colocarlo en una probeta, después se dio lectura del volumen que indicaba para anotar en el cuaderno de registro; como siguiente paso se agregó agua en la probeta haciendo que ocupe todo el espacio restante para luego dar lectura del volumen de agua agregada. Al final, se restó el volumen de agua agregada con el volumen de solo la raíz en la probeta, esta medición se registró en cm³.

3.5.4. Número de hojas.

Se contabilizó el número de hojas por planta, en la cual se contó las hojas jóvenes y maduras, menos las hojas viejas que estaban a punto de caer. Esta evaluación se realizó desde el primer día del trasplante y después quincenalmente.

3.5.5. Diámetro del tallo.

El diámetro se midió a partir de 2 a 3 cm de la base de la tapa del balde, usando un vernier. Esto se evaluó desde el primer día del trasplante y luego quincenalmente, registrándose la medición en cm.

3.5.6. Número de ramas.

Se evaluó contabilizando el número de ramas primarias de cada planta. La evaluación se hizo quincenal, registrando las que presentaban o no las ramas.

3.5.7. Área foliar.

Para determinar el área foliar se utilizó el método del papel, en el cual consiste en tomar las hojas de las plantas evaluadas y se dibujó sobre los bordes de cada hoja en un papel periódico, después se procedió a cortarlos. Por otro lado, se pesó 1 dm² de papel periódico para así hacer equivalencias con las figuras de papel de las hojas de las plantas evaluadas, esta medición se registró en cm².

3.5.8. Peso fresco de la planta.

Para realizar esta labor se tuvo que cortar en pequeños trozos pequeños todas las plantas evaluadas para luego pesarlo en una balanza electrónica,

posteriormente se anotaron los datos en el cuaderno de registro. La medición se registró en gramos.

3.5.9. Peso seco de la planta.

Las plantas evaluadas se llevaron a la estufa a 105°C por el tiempo de 24 horas para que así se pueda extraer toda el agua contenida en estas, posteriormente se pesaron mediante una balanza analítica para luego anotarlo en el cuaderno de registro. La medición se registró en gramos.

3.5.10. Síntomas de exceso o deficiencia.

Se evaluó la deficiencia y exceso de nutrientes mediante la observación e identificación de síntomas que presentaron las plántulas de camu camu durante el período de estudio.

3.6. Observaciones registradas.

3.6.1. pH.

Para medir el pH se usó un pHmetro digital, en cada uno de los tratamientos, esto se realizó para poder corregir gradualmente con Na(OH) 0.1 N (normal).

3.6.2. Presencia de plagas.

Durante el periodo de evaluación del cultivo de camu camu, las plantas que se les aplicó menos dosis de N presentaron más presencia de plagas y estas fueron: “mosca blanca” (*Bemisia tabaci*), “piojo saltador del camu camu” (*Tuthillia cognata*) y “quereza de la piña” (*Dysmicoccus brevipes*), realizándose el control manual cuando se observaron los primeros ataques que fue en el segundo y tercer mes de evaluación, esto coincide con Vega (2015) quien

Menciona que el estado nutricional es un factor importante en la resistencia o susceptibilidad de diversos cultivos a ciertos patógenos cuyos principales transmisores son los insectos. Además, hubo una ligera presencia de fumagina los cuales fueron controlados manualmente, según Sánchez Marticorena (2020), esto es debido a que ciertos insectos como pulgones o queresas excretan sustancias azucaradas que sirven de alimentos a los hongos.

3.6.3. Síntomas de exceso o deficiencia.

Durante el periodo de evaluación del cultivo de camu camu, las plantas que se les aplicó menos dosis de N presentaron clorosis desde la parte inferior hasta la parte superior y/o tierna. Esto coincide con las manifestaciones de National Plant Food Institute citado por Abanto (2010) menciona que el amarillamiento es por la disminución de la clorofila, el desarrollo distintivamente lento, escaso y el quemado de las hojas.

En cuanto a las plantas que se les aplicó más y/o exceso de dosis de N presentaron ligeros síntomas parecidos a la deficiencia de P y B presentando puntas quemadas y clorosis en brotes nuevos con enrollamiento y deformación. Según Sieiro *et al.*, (2020) los macroelementos primarios inciden en la tolerancia y/o resistencia a las enfermedades a excepción del nitrógeno el cual incrementa la susceptibilidad sin embargo al estar de manera balanceado promueve el crecimiento óptimo y la resistencia de las enfermedades.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Los resultados obtenidos durante el desarrollo de la tesis: “Efecto de diferentes dosis de Nitrógeno en el crecimiento inicial del camu camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh) cultivado en solución nutritiva en Pucallpa, Ucayali, Perú” se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 8. Prueba de promedios Tukey para las variables de crecimiento.

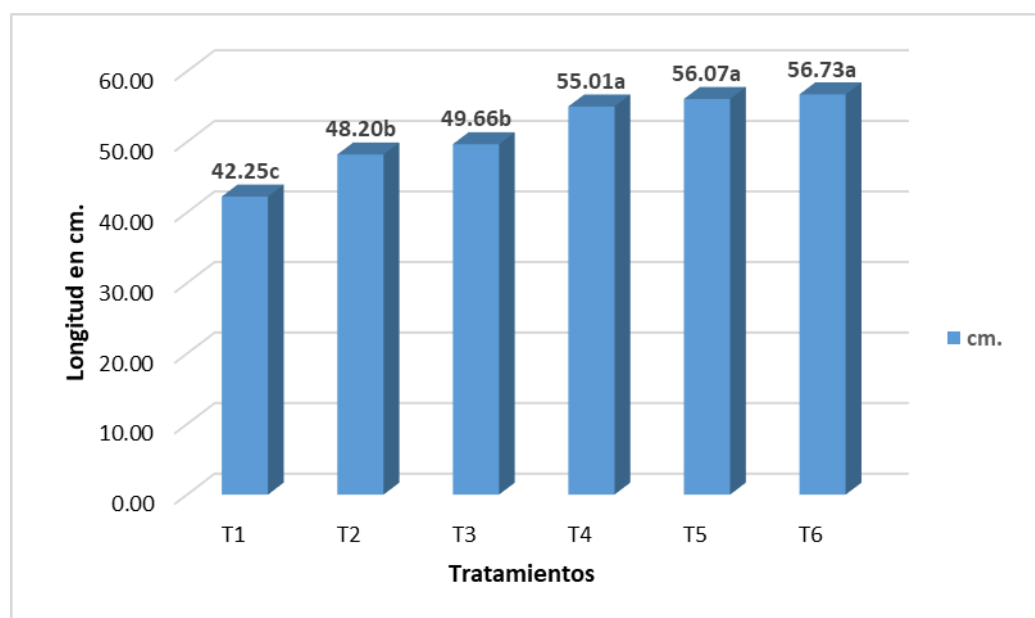
TRATAMIENTOS	VARIABLES DE CRECIMIENTO EN ESTUDIO								
	Longitud de la parte aérea (cm)	Longitud de las raíces (cm)	Diámetro del tallo (mm)	Volumen de raíz (cm ³)	Número de hojas	Número de ramas	Área foliar (cm ²)	Peso fresco (gr)	Peso seco (gr)
T ₁ (50 ppm de N)	42.25	27.87	0.35	5.63	39.25	0.99	30.36	8.23	2.84
T ₂ (100 ppm de N)	48.20	32.91	0.42	5.25	44.50	1.25	31.95	12.83	3.38
T ₃ (150 ppm de N)	49.66	35.96	0.44	5.05	45.62	1.50	32.06	12.59	3.49
T ₄ (210 ppm de N)	55.01	35.14	0.45	4.66	46.88	1.75	32.83	12.88	4.06
T ₅ (250 ppm de N)	56.07	30.94	0.36	4.25	57.00	1.50	33.07	14.95	4.64
T ₆ (300 ppm de N)	56.73	30.07	0.35	3.50	50.50	1.25	33.03	13.88	3.97

4.1. Longitud de la parte aérea del camu camu.

En relación al análisis de varianza de la evaluación de la longitud de la parte aérea del camu camu, cultivados en solución nutritiva, tal como se observa en la (Tabla 9), se puede establecer que existe diferencias significativas entre los tratamientos, presentando un coeficiente de variabilidad de 9.1%, el cual indica una mayor concentración de los datos, es decir, que el índice de dispersión es adecuado para efectuar comprobaciones entre los distintos modelos. Asimismo, el coeficiente de determinación $R^2 = 0.959$, esto nos indica que el 95.9% de los valores de la variable es explicada como efecto de los tratamientos y el 4.07% se debe a otros factores como, por ejemplo: el clima, entre otros.

Tabla 9. Longitud de la parte aérea de camu camu por tratamiento.

Tratamientos	Repeticiones	Longitud de la parte aérea en (cm)	Significancia
T1 (50 ppm de N)	4	42.25	c
T2 (100 ppm de N)	4	48.20	b
T3 (150 ppm de N)	4	49.66	b
T4 (210 ppm de N)	4	55.01	a
T5 (250 ppm de N)	4	56.07	a
T6 (300 ppm de N)	4	56.73	a

**Figura 4.** Longitud de parte aérea de camu camu por tratamiento.

Según la prueba de promedio de Tukey con una significancia del 5%, en relación a la variable longitud de la parte aérea en plantas cultivadas en solución nutritiva de Hoagland y Arnon, se pudo determinar que existe diferencias significativas entre los diferentes tratamientos de donde la mayor longitud de parte aérea se obtuvo en el T6 (300 ppm de N) con 56.73 cm, seguido del T5 (250 ppm de N) con 56.01, seguido del T4 (210 ppm de N) con 55.01 cm, no existiendo entre ambos tratamientos diferencias significativas en relación a la longitud de la parte aérea, el T3 (150 ppm de N) con 49.66 cm,

seguido del T2 (100 ppm de N), con 48.20 cm, tampoco presentaron entre ambos tratamientos diferencias significativas. Sin embargo, el tratamiento T1 (50 ppm de N) presentó un promedio de 42.25 cm, presentando así la menor longitud de parte aérea siendo este el más afectado en cuanto a esta variable en estudio.

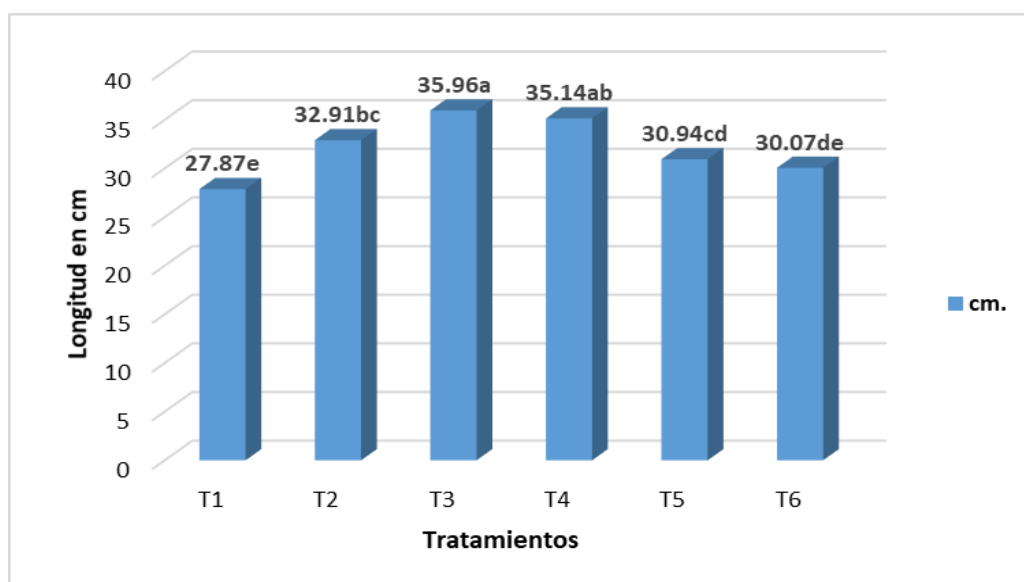
Según Monsalve *et al.*, (2009) citado por Luna (2019); el efecto de la concentración de nitrógeno sobre atributos morfológicos, potencial de crecimiento radical y estatus nutricional en plantas como de eucalipto (*Eucalyptus globulus*) la variable de altura de planta alcanzó su máximo valor al fertilizar con 200 mg/L y esto considerando que la dosis más alta de N que estudió fue el de 200 mg/L lo cual confirma con el presente estudio, que las dosis 210 ppm a 300 ppm de N son las que presentaron mayor altura de planta. Al respecto, Borges *et al.*, (2006) indicaron que el nitrógeno tiene una función estructural además de ser un constituyente de bases nitrogenadas y ácidos nucleicos, actuando en procesos como absorción iónica, fotosíntesis, respiración, multiplicación, diferenciación de células y principalmente en el crecimiento, formación vegetativa de la planta y producción, influyendo en la estimulación de las yemas florales y fructíferas por lo cual, en ausencia de nitrógeno, el crecimiento se retrasa.

4.2. Longitud de las raíces de camu camu.

En relación al análisis de varianza de la evaluación de la longitud de las raíces de camu camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh), cultivados en solución nutritiva, tal como se observa en el (Tabla 10), se puede establecer que existe diferencias significativas entre los tratamientos, presentando un coeficiente de variabilidad de 1.13%, el cual indica una mayor congregación de los datos, es decir, que el índice de dispersión es adecuado para efectuar comprobaciones entre los distintos modelos. Asimismo, el coeficiente de determinación $R^2 = 0.9014$, esto nos indica que el 90.14% de los valores de la variable es explicada como efecto de los tratamientos y el 9.86% se debe a otros factores como, por ejemplo: el clima, entre otros.

Tabla 10. Longitud de las raíces de camu camu por tratamiento.

Tratamientos	Repeticiones	Longitud de raíces en cm	Significancia
T1 (50 ppm de N)	4	27.87	e
T2 (100 ppm de N)	4	32.91	bc
T3 (150 ppm de N)	4	35.96	a
T4 (210 ppm de N)	4	35.14	ab
T5 (250 ppm de N)	4	30.94	cd
T6 (300 ppm de N)	4	30.07	de

**Figura 5.** Longitud de raíz de camu camu por tratamiento.

Según la prueba de promedio de Tukey con una significancia del 5%, en relación a la variable longitud de las raíces en plantas cultivadas en solución nutritiva de Hoagland y Arnon, se pudo determinar que el T3 (150 ppm de N), presentó un incremento altamente significativo, obteniendo un promedio de 35.96 cm, ligeramente similar al T4 (210 ppm de N) quien presentó un promedio de 35.14 cm, los tratamientos que presentaron menor longitud fueron el T2 (100 ppm de N) con 32.91 cm, T5 (250 ppm de N) con 30.94, T6 (300 ppm de N) con 30.07 cm y el T1 (50 ppm de N), siendo el de menor crecimiento con 27.87 cm.

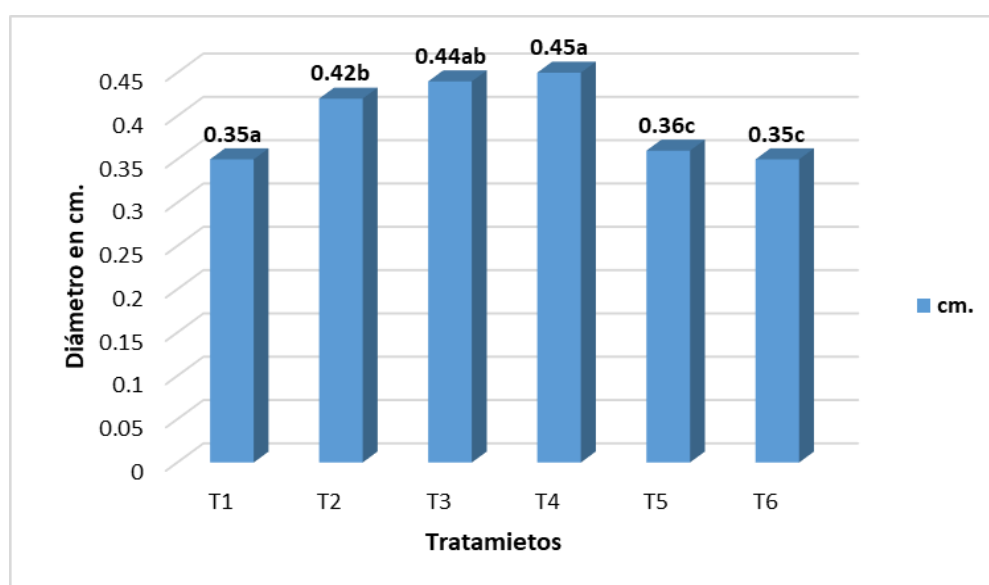
Según Monsalve *et al.*, (2009) citado por Luna (2019), el crecimiento radical aumenta a medida que la concentración de nitrógeno aumenta por lo que las dosis de 150 a 200 mg/L eran iguales entre sí en su experimento, confirmando con el presente estudio las dosis de 100, 150 y 210 ppm de N donde también tuvieron mayor crecimiento radical sin embargo las dosis de 250 y 300 ppm de N tuvieron bajo crecimiento. Respecto a esto algunos autores como Peñuelas y Ocaña (2000), indican que las concentraciones bajas reducen el crecimiento mientras que las concentraciones altas pueden producir excesos de salinidad afectando el crecimiento y calidad de las plantas. La fertilización puede acelerar el crecimiento aéreo y radical de las plantas, modificando el contenido de nutrientes y así cambiar la cantidad de reservas disponibles, mejorando por ende el enraizamiento en terreno, crecimiento, resistencia al estrés hídrico, bajas temperaturas y enfermedades.

4.3. Diámetro del tallo de camu camu.

En relación al análisis de varianza de la evaluación del diámetro del tallo de camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh), cultivados en solución nutritiva, tal como se observa en el (Tabla 11), se puede establecer que existe diferencias significativas entre los tratamientos, presentando un coeficiente de variabilidad de 1.02%, el cual indica una mayor congregación de los datos, es decir, que el índice de dispersión es adecuado para efectuar comprobaciones entre los distintos modelos. Asimismo, el coeficiente de determinación $R^2 = 0.9593$, esto nos indica que el 95.93% de los valores de la variable es explicada como efecto de los tratamientos y el 4.07% se debe a otros factores como, por ejemplo: el clima, entre otros.

Tabla 11. Diámetro del tallo de camu camu por tratamiento.

Tratamientos	Repeticiones	Diámetro promedio en cm	Significancia
T1 (50 ppm de N)	4	0.35	c
T2 (100 ppm de N)	4	0.42	b
T3 (150 ppm de N)	4	0.44	ab
T4 (210 ppm de N)	4	0.45	a
T5 (250 ppm de N)	4	0.36	c
T6 (300 ppm de N)	4	0.35	c

**Figura 6.** Diámetro de tallo de camu camu por tratamiento.

Según la prueba de promedio de Tukey con una significancia del 5%, en relación a la variable diámetro del tallo en plantas cultivadas en solución nutritiva de Hoagland y Arnon, se pudo determinar que el T4 (210 ppm de N) con 0.45 cm, presentó diferencia significativa en relación a los demás tratamientos, el T3 (150 ppm de N) con 0.44 cm, seguido del T2 (100 ppm de N) con 0.42 cm, y el T5 (250 ppm de N) con 0.36 cm, T6 (300 ppm de N) con 0.35 cm y finalmente el T1 (50 ppm de N) con 0.35 cm, estos últimos tres tratamientos no presentaron diferencias significativas.

Según Monsalve *et al.*, (2009) citado por Luna (2019), el diámetro de tallo no difiere estadísticamente de las dosis de 150 y 200 mg/L concluyendo que a mayor concentración de N menor crecimiento del diámetro de tallo, confirmando el presente estudio donde la dosis completa de 210 ppm de N fue el que tuvo mayor diámetro mientras que la dosis de 300 ppm de N presentaba menor crecimiento.

4.4. Volumen de raíz de camu camu.

En relación al análisis de varianza de la evaluación del volumen de raíz de camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh), cultivados en solución nutritiva, tal como se observa en el (Tabla 12), se puede establecer que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos, presentando un coeficiente de variabilidad de 0.5%, el cual indica una mayor congregación de los datos, es decir, que el índice de dispersión es adecuado para efectuar comprobaciones entre los distintos modelos. Asimismo, el coeficiente de determinación $R^2 = 0.9860$, esto nos indica que el 98.60% de los valores de la variable es explicada como efecto de los tratamientos y el 1.4% se debe a otros factores como, por ejemplo: el clima, entre otros.

Tabla 12. Volumen de raíz de camu camu por tratamiento.

Tratamientos	Repeticiones	Volumen promedio en cm ³	Significancia
T1 (50 ppm de N)	4	5.63	a
T2 (100 ppm de N)	4	5.25	b
T3 (150 ppm de N)	4	5.05	c
T4 (210 ppm de N)	4	4.66	d
T5 (250 ppm de N)	4	4.25	e
T6 (300 ppm de N)	4	3.50	f

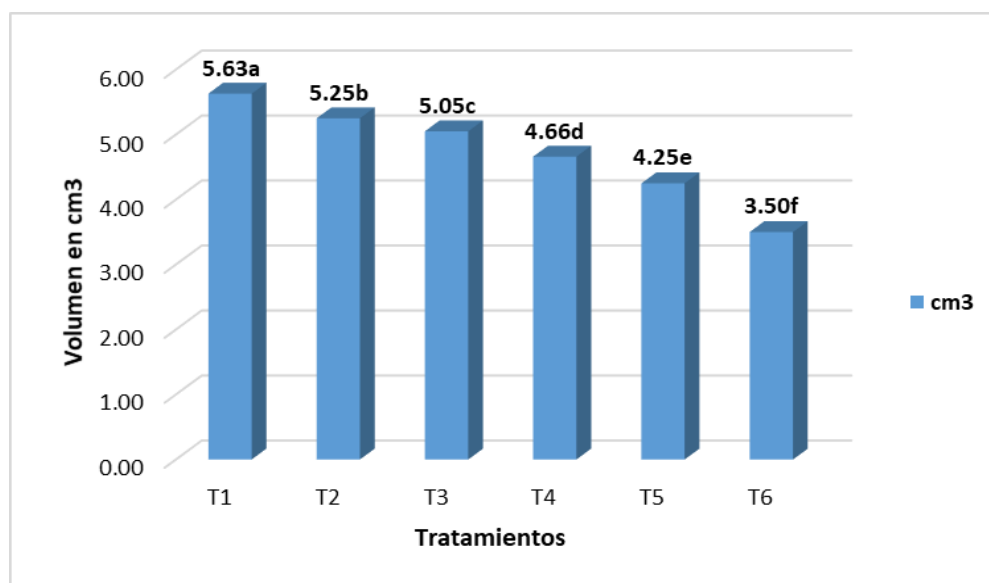


Figura 7. Volumen de raíz de camu camu por tratamiento.

Según la prueba de promedio de Tukey con una significancia del 5%, en relación a la variable volumen de raíz en plantas cultivadas en solución nutritiva de Hoagland y Arnon, se pudo determinar que el T1 (50 ppm de N) con 5.63 cm³, presentó una diferencia significativa en relación a los tratamientos, T2 (100 ppm de N), T3 (150 ppm de N), T4 (210 ppm de N), T5 (250 ppm de N), T6 (300 ppm de N), donde el T6 con 3.50 cm³ mostró el menor promedio de crecimiento en volumen de raíces.

Según Monsalve *et al.*, (2009) citado por Luna (2019), las dosis de 150 y 200 mg/L aumenta el volumen de raíces sin embargo según Massone *et al.*, (2018) a concentraciones mayores de nitrógeno produce una inhibición de crecimiento recomendando concentraciones de nitrógeno de 50 a 100 mg/L en el cultivo de ciprés (*Austrocedrus chilensis*), lo cual respalda el presente estudio la menor dosis de N que es 50 ppm dio mayor volumen de raíces mientras que más aumentaba las concentraciones de nitrógeno menor volumen presentaba las raíces. Según Peñuelas y Ocaña (2000) la concentración de un nutriente esencial está por debajo del nivel necesario para su crecimiento óptimo, la planta carece de ese elemento produciendo una alteración en la ruta metabólica donde participa aquel elemento, además de afectar otros procesos involucrados.

4.5. Número de hojas de camu camu.

En relación al análisis de varianza de la evaluación del número de hojas de camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh), cultivados en solución nutritiva, tal como se observa en el (Tabla 13), se puede establecer que existe diferencias significativas entre los tratamientos, presentando un coeficiente de variabilidad de 3.1%, el cual indica una mayor congregación de los datos, es decir, que el índice de dispersión es adecuado para efectuar comprobaciones entre los distintos modelos. Asimismo, el coeficiente de determinación $R^2 = 0.9262$, esto nos indica que el 92.62% de los valores de la variable es explicada como efecto de los tratamientos y el 7.38% se debe a otros factores externos como, por ejemplo: el clima, entre otros.

Tabla 13. Número de hojas de camu camu por tratamiento.

Tratamientos	Repeticiones	Número de hojas	Significancia
T1 (50 ppm de N)	4	39.25	d
T2 (100 ppm de N)	4	44.50	c
T3 (150 ppm de N)	4	45.62	c
T4 (210 ppm de N)	4	46.88	c
T5 (250 ppm de N)	4	57.00	a
T6 (300 ppm de N)	4	50.50	b

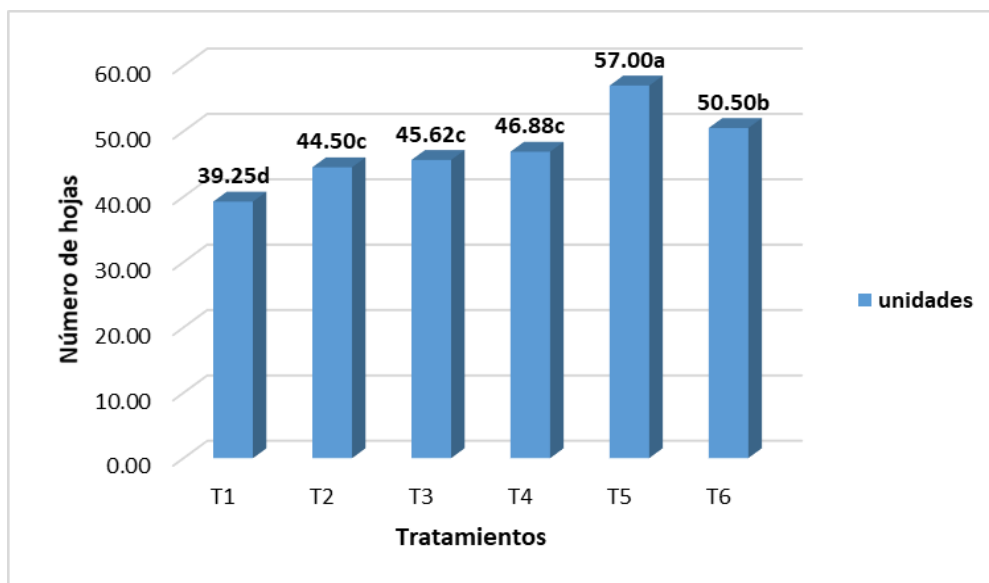


Figura 8. Número de hojas de camu camu por tratamiento.

Según la prueba de promedio de Tukey con una significancia del 5%, en relación a la variable de número de hojas en plantas cultivadas en solución nutritiva de Hoagland y Arnon, se pudo determinar que el T5 (250 ppm de N), presentó diferencia significativa del crecimiento durante los 4 meses de evaluación, obteniendo un promedio de 57.00, seguido del T6 (300 ppm de N) quien presentó un promedio de 50.50, el T4 (210 ppm de N) con 46.88, el T3 (150 ppm de N) con 45.62, T2 (100 ppm de N) con 44.50 no presentaron diferencias significativas y finalmente el T1 (50 ppm de N) con 39.25, quien presentó el menor crecimiento de todos los tratamientos.

Según Guerrero *et al.*, (2011) y Borges *et al.*, (2006); indicaron que en el cultivo de maracuyá las deficiencias de nitrógeno se manifiestan con defoliación prematura, además de presentar clorosis en las hojas en forma ascendente por otro lado mientras mayor sea la dosis de nitrógeno, mayor será el crecimiento, formación vegetativa y producción de la planta estimulando el crecimiento de algunos órganos, además según Rodríguez *et al.*, (2020) indicaron que la dosis de 200 g de N presentó el mayor número de hojas no siendo este la mayor dosis, al igual que Olalde *et al.* (2000) citado por Carrillo & Yumbra (2022), indicaron que la fertilización nitrogenada puede aumentar la

producción de materia seca y rendimiento pero no incrementa el número de hojas recomendando la dosis de 10 g de nitrógeno por lo que confirma el decrecimiento del número de hojas del presente estudio con el T6.

4.6. Número de ramas de camu camu.

En relación al análisis de varianza de la evaluación del número de ramas de camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh), cultivados en solución nutritiva, tal como se observa en el (Tabla 14), se puede establecer que existe diferencias significativas entre los tratamientos, presentando un coeficiente de variabilidad de 3.4%, el cual indica una mayor congregación de los datos, es decir, que el índice de dispersión es adecuado para efectuar comprobaciones entre los distintos modelos. Asimismo, el coeficiente de determinación $R^2 = 0.985$, esto nos indica que el 98.50% de los valores de la variable es explicada como efecto de los tratamientos y el 1.5% se debe a otros factores externos como por ejemplo el clima, precipitación, entre otros.

Tabla 14. Número de ramas de camu camu por tratamiento.

Tratamientos	Repeticiones	Número de ramas	Significancia
T1 (50 ppm de N)	4	0.99	d
T2 (100 ppm de N)	4	1.25	c
T3 (150 ppm de N)	4	1.50	b
T4 (210 ppm de N)	4	1.75	a
T5 (250 ppm de N)	4	1.50	b
T6 (300 ppm de N)	4	1.25	c

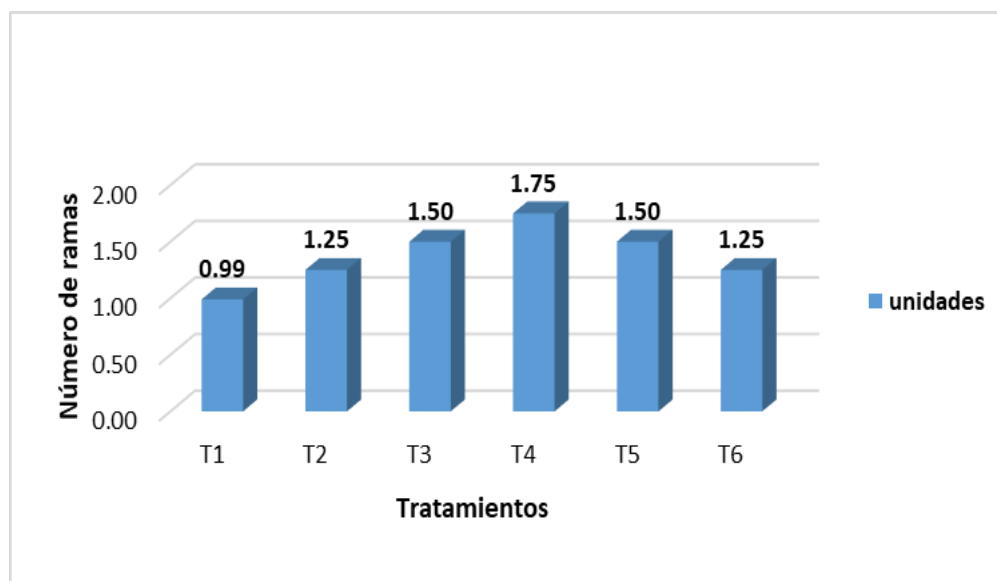


Figura 9. Número de ramas de camu camu por tratamiento.

Según la prueba de promedio de Tukey con una significancia del 5%, en relación a la variable número de ramas en plantas cultivadas en solución nutritiva de Hoagland y Arnon, se pudo determinar que el T4 (210 ppm de N), con 1.75 presentó diferencias entre los demás tratamientos en estudio, el T5 (300 ppm de N) presentó un promedio de 1.50, seguido del T3 (150 ppm N), estos dos últimos tratamientos no presentaron diferencias significativas, el T6 (300 ppm de N) con 1.25, el T2 (100 ppm de N) con 1.25 fueron similares, y finalmente el T1 (50 ppm de N), presentó el menor crecimiento con 0.99, siendo este el más afectado en cuanto a esta variable en estudio.

Según López *et al.* (2005) el número de ramas fue creciente hasta los niveles de 80 kg de N/ha, considerando que la dosis más alta en su estudio fue de 120 kg de N/ha, respaldando al resultado del presente estudio donde la mayor cantidad de número de ramas lo presenta la dosis completa del T4. Al respecto Massone *et al.* (2018), indicaron que mientras mayor es la dosis de nitrógeno menor es el crecimiento en algunos órganos de las plantas.

4.7. Área foliar de camu camu.

En relación al análisis de varianza de la evaluación del área foliar de camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh), cultivados en solución nutritiva,

tal como se observa en el (Tabla 15), se puede establecer que existe diferencias altamente significativas entre los tratamientos, presentando un coeficiente de variabilidad de 0.7%, el cual indica una mayor congregación de los datos, es decir, que el índice de dispersión es adecuado para efectuar comprobaciones entre los distintos modelos. Asimismo, el coeficiente de determinación $R^2 = 0.9889$, esto nos indica que el 98.89% de los valores de la variable es explicada como efecto de los tratamientos y el 1.11% se debe a otros factores como, por ejemplo: el clima, precipitación, entre otros.

Tabla 15. Área foliar de camu camu por tratamiento.

Tratamientos	Repeticiones	Área foliar en cm^2	Significancia
T1 (50 ppm de N)	4	30.36	f
T2 (100 ppm de N)	4	31.95	e
T3 (150 ppm de N)	4	32.06	d
T4 (210 ppm de N)	4	32.83	c
T5 (250 ppm de N)	4	33.07	a
T6 (300 ppm de N)	4	33.03	b

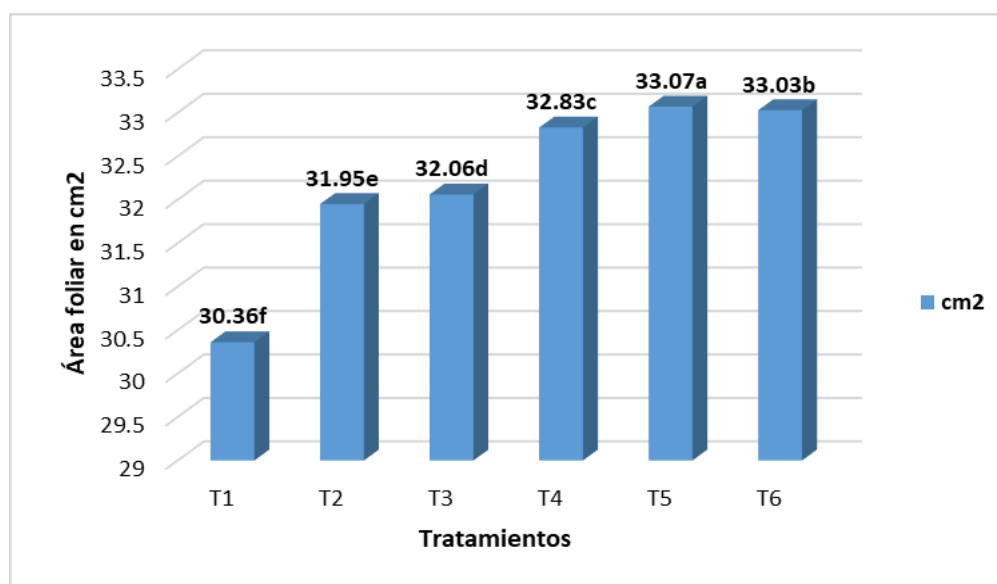


Figura 10. Área foliar de camu camu por tratamiento.

Según la prueba de promedio de Tukey con una significancia del 5%, en relación a la variable número del área foliar en plantas cultivadas en solución nutritiva de Hoagland y Arnon, se pudo determinar que el T5 (250 ppm de N) con 33.07 cm² presentó diferencias significativas siendo el mayor entre los tratamientos seguido del T6 (300 ppm de N) quien presentó un promedio de 33.03 cm², seguido del T4 (210 ppm de N), el T3 (150 ppm de N), el T2 (100 ppm de N) quienes presentaron promedios de 32.83 cm², 32.06 cm² y 31.95 cm² respectivamente y finalmente el T1 (50 ppm de N), presentó el menor crecimiento con 30.36 cm², siendo este el más afectado en cuanto a esta variable en estudio.

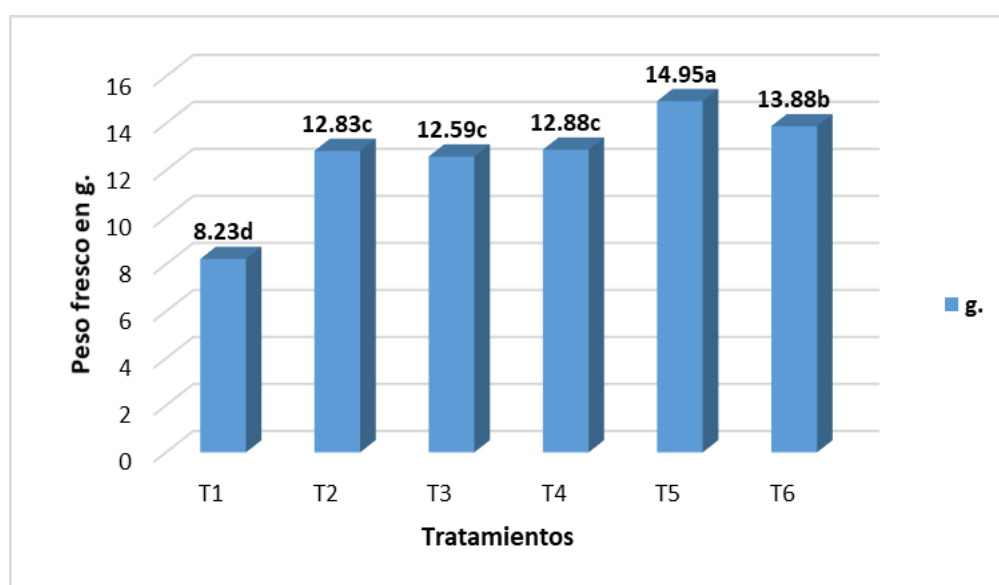
Según Monsalve *et al.* (2009) citado por Luna (2019), indica que mientras mayor sea la dosis de nitrógeno mayor área foliar presentará la planta recomendando la dosis de 200 mg/L en el cultivo del eucalipto (*Eucalyptus globulus*) al igual que Aguilar *et al.*, (2015) el área foliar fueron altos con las dosis de 80 y 160 kg N/ha dando una alta tasa de crecimiento, además Olalde *et al.*, (2000) citado por Carrillo & Yumbra (2022), vuelve a respaldar que a mayor dosis mayor área foliar presenta el cultivo recomendando 20 g/m² sin embargo, en el presente estudio el T5 dió la más alta área foliar pero no presentando diferencias altamente significativas con el T6.

4.8. Peso fresco de camu camu.

En relación al análisis de varianza de la evaluación del peso fresco de camu camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh), cultivados en solución nutritiva, tal como se observa en el (Tabla 16), se puede establecer que existe diferencias significativas entre los tratamientos, presentando un coeficiente de variabilidad de 2.6%, el cual indica una mayor congregación de los datos, es decir, que el índice de dispersión es adecuado para efectuar comprobaciones entre los distintos modelos. Asimismo, el coeficiente de determinación $R^2 = 0.9882$, esto nos indica que el 98.82% de los valores de la variable es explicada como efecto de los tratamientos y el 1.18% se debe a otros factores como, por ejemplo: el clima, entre otros.

Tabla 16. Peso fresco de camu camu por tratamiento.

Tratamientos	Repeticiones	Peso fresco en g	Significancia
T1 (50 ppm de N)	4	8.23	d
T2 (100 ppm de N)	4	12.83	c
T3 (150 ppm de N)	4	12.59	c
T4 (210 ppm de N)	4	12.88	c
T5 (250 ppm de N)	4	14.95	a
T6 (300 ppm de N)	4	13.88	b

**Figura 11.** Peso fresco de camu camu por tratamiento.

Según la prueba de promedio de Tukey con una significancia del 5%, en relación a la variable número del peso fresco en plantas cultivadas en solución nutritiva, se pudo determinar que el T5 (250 ppm de N), presentó un incremento significativo del crecimiento durante los 4 meses de evaluación, obteniendo un promedio de 14.95 g, seguido del T6 (300 ppm de N) quien presentó un promedio de 13.88 g, el T4 (210 ppm N), el T2 (100 ppm de N), el T3 (150 ppm) presentaron promedios de 12.88 g, 12.83 g, 12.59 g estos tratamientos no

presentaron diferencias significativas, y finalmente el T1 (50 ppm de N) presentó el menor peso fresco con 8.23 g, siendo este el más afectado en cuanto a esta variable en estudio.

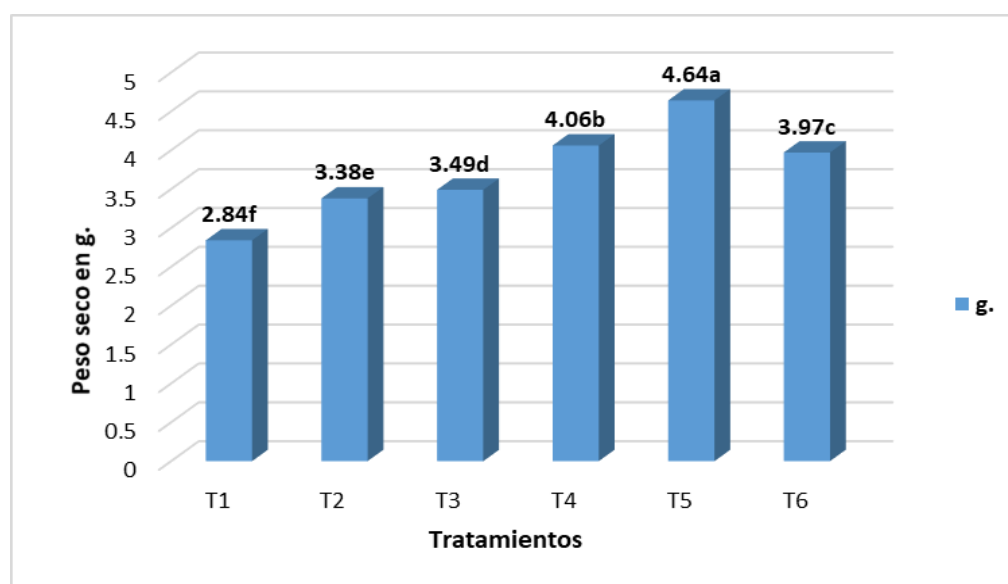
Según Cecilio *et al.* (2011), Rumer *et al.* (2009), Olalde *et al.* (2000) citado por Carrillo & Yumbra (2022), y Aguilar *et al.* (2015) indican que la mayor concentración de nitrógeno genera un mayor crecimiento que por ende da un mayor peso fresco en plantas. En el presente estudio el T5 (250 ppm de N) presentó mayor área foliar y mayor número de hojas, sin embargo, el T6 (300 ppm de N) presentó mayor longitud de parte aérea por lo cual es posible que eso haya influido que el T5 obtenga mayor peso fresco. De acuerdo con Salisbury (2000) menciona que la deficiencia de un elemento esencial en la planta da como consecuencia irregularidades en el metabolismo y en el crecimiento de la planta, ocasionando probablemente pérdida en peso y afectando otros parámetros sin embargo el mismo autor menciona que pueden existir concentraciones internas que se estiman como adecuadas sin embargo deberían considerarse como unas normas de utilidad, debido a la variabilidad que existe entre las especies y las etapas de crecimiento de las plantas.

4.9. Peso seco de camu camu.

En relación al análisis de varianza de la evaluación del peso seco de camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh), cultivados en solución nutritiva, tal como se observa en la (Tabla 17), se puede establecer que existe diferencias altamente significativas entre los tratamientos, presentando un coeficiente de variabilidad de 0.3%, el cual indica una mayor congregación de los datos, es decir, que el índice de dispersión es adecuado para efectuar comprobaciones entre los distintos modelos. Asimismo, el coeficiente de determinación $R^2 = 0.9879$, esto nos indica que el 98.79% de los valores de la variable es explicada como efecto de los tratamientos y el 1.21% se debe a otros factores externos como, por ejemplo: clima, precipitación, entre otros.

Tabla 17. Peso seco de la plántula de camu camu por tratamiento.

Tratamientos	Repeticiones	Peso seco en g	Significancia
T1 (50 ppm de N)	4	2.84	f
T2 (100 ppm de N)	4	3.38	e
T3 (150 ppm de N)	4	3.49	d
T4 (210 ppm de N)	4	4.06	b
T5 (250 ppm de N)	4	4.64	a
T6 (300 ppm de N)	4	3.97	c

**Figura 12.** Peso seco de camu camu por tratamiento.

Según la prueba de promedio de Tukey con una significancia del 5%, en relación a la variable del peso seco en plantas cultivadas en solución nutritiva, se pudo determinar que el T5 (250 ppm de N), presentó diferencia significativa entre los tratamientos, obteniendo un promedio de 4.64 g, el T4 (210 ppm de N) presentó un promedio de 4.06 g, seguido del T6 (300 ppm de N) con un promedio de 3.97 g, mientras que el T3 (150 ppm de N) con 3.49 g, seguido del T2 (100 ppm de N), con 3.38 g y finalmente el T1 (50 ppm de N) que presentó el peso más bajo con 2.84 g.

En el presente estudio el peso fresco del T5 fue mayor en comparación de los demás tratamientos coincidiendo con el peso seco que también fue mayor en el T5, según Aguilar *et al.*, (2015), Cecilio *et al.*, (2011), Olalde *et al.*, (2000) citado por Carrillo & Yumbra (2022) y Rumer *et al.*, (2009) indican que a mayor concentración de nitrógeno genera un mayor crecimiento que da un mayor peso fresco y seco de las plantas, sin embargo el T6 no tuvo mayor peso seco a posiblemente como menciona Salas (2002) el movimiento de nutrientes en la planta depende de la absorción y demanda de los nutrientes estos además afectan o influyen en la materia seca de las plantas. Al respecto Bonilla (2008), menciona que los macronutrientes son elementos que constituyen a las biomoléculas estructurales, las concentraciones en los tejidos pueden variar considerando la especie, la edad de la planta y el nivel de otros elementos.

V. CONCLUSIONES.

En el presente trabajo de investigación se llegó a las siguientes conclusiones:

- ❖ Estadísticamente se ha encontrado diferencias significativas en los siguientes tratamientos: T1 (50 ppm de N), T2 (100 ppm de N), T3 (150 ppm de N), T4 (210 ppm de N), T5 (250 ppm de N), T6 (300 ppm de N).
- ❖ La dosis más adecuada y tuvo mejor efecto en el crecimiento inicial de la planta fue el T4 con 210 ppm y el T5 con 250 ppm de N destacándose en longitud de raíces, diámetro del tallo, número de hojas, número de ramas, área foliar, peso fresco y peso seco; y el que causó menor efecto fue el T1 con 50 ppm de N.
- ❖ Respecto a síntomas se observó que a dosis menor de 210 ppm hay manifestaciones de clorosis generalizada desde las hojas más viejas hacia las hojas más jóvenes y menor crecimiento de la parte aérea de la planta, hubo mayor síntoma a menor proporción de N en la solución nutritiva. Por otro lado, a mayor dosis de 250 ppm las hojas presentaron un color verde más oscuro, de lo que se deduce como síntoma de exceso.

VI. RECOMENDACIONES.

De acuerdo a los resultados y conclusiones obtenidos se recomienda lo siguiente:

- ❖ Se debe seguir evaluando plantas de camu camu con soluciones nutritivas por más de cuatro meses para posteriormente incrementar el rendimiento del cultivo.
- ❖ Seguir estudiando los efectos de diferentes dosis de nitrógeno en el cultivo de camu camu en crecimiento bajo condiciones de cultivo en campo definitivo, puesto que aún no existen estudios del cultivo en crecimiento; donde se debe probar otras fuentes de nitrógeno, y otros elementos minerales esenciales.
- ❖ Repetir el experimento cultivando camu camu en solución nutritiva utilizando otros elementos químicos puros y comerciales, para determinar el efecto del camu camu en cuanto a su absorción, crecimiento y desarrollo.
- ❖ Considerar los síntomas de deficiencia y exceso de nutrientes que manifiestan las plantas para determinar mejores tratamientos del estudio.

VII. LITERATURA CITADA.

- Abanto-Rodriguez, C. 2010. Efecto del fertirriego sobre la productividad del camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh) en la Región de Ucayali. Tesis. Universidad Nacional Agraria La Molina. 9 p.
- Abanto, C.; Pinedo, T.; Costa, T.; Remuzgo, R.; Paredes, E.; Rosello, E. 2015. Fuentes de Boro en producción del fruto de camu camu en suelos aluviales de Ucayali. *Folia Amazónica*, 24(1): 33-38 p.
- Abanto, C.; Del Castillo, D.; Alves, Edvan.; & Tadashi, R. 2015. Efecto de la fertilización orgánica en la producción y calidad de frutos de plantas de camu camu en Ucayali-Perú. *Cadernos de Agroecología*. Vol. 10(3): 2-5 p.
- Aguilar, C.; Escalante, E.; Aguilar, M. 2015. Análisis de crecimiento y rendimiento de maíz en clima cálido en función del genotipo, biofertilizante y nitrógeno. *Terra latinoamericana*. Vol. 33(1): 51-62 p.
- Akachi, T.; Yasuyuki, S.; Kawaguchi, T.; Tatsuya, M.; Sugiyama, K. 2010. 1-methylmalate from camu-camu (*Myrciaria dubia*) suppressed D-galactosamine-induced liver injury in rats. *Biosci Biotechnol Biochem* 74(3): 573-578 p.
- Akter, S.; Oh, S.; Bang, J.; Ahmed, M. 2011. Nutritional compositions and health promoting phytochemicals of camu-camu (*Myrciaria dubia*) fruit: A review. *Food Research International* 44(7): 1728-1732 p.
- Arellano, A.; Rojas, Z.; Paucar, M. 2016, Camu camu (*Myrciaria dubia*): Fruta tropical de excelentes propiedades funcionales que ayudan a mejorar la calidad de vida. *Scientia Agropecuaria*, 7(4): 433-443 p.
- Barrera, J.; Cruz, M.; Melgarejo, L. 2010. Nutrición mineral. Experimentos en fisiología y bioquímica vegetal. 80-106 p.

- Birchler, T.; Rose, R.; Pardos, M. 1998. La planta ideal: revisión del concepto, parámetros definitorios e implementación práctica. *Investigación Agraria, Sistemas y Recursos Forestales*, 7(1-2): 109-121 p.
- Bonilla, I. 2008. Introducción a la nutrición mineral de las plantas. Los elementos minerales. En: Azcón-Bieto, A. y M. Talón (eds). *Fundamentos de la fisiología vegetal*. McGraw-Hill Interamericana, Madrid. 121 p.
- Borges, A.; Correa, R.; Almeida, A. 2006. Doses e fontes de nitrogênio em fertirrigação no cultivo do maracujá-amarelo. *Rev. Bras. Frutic.* 28:301-314. Doi: 10.1590/S0100-29452006000200033
- Braga, J. 2015. Evaluación metabólica y efecto antioxidante de camu camu y maca como nutraceuticos en jóvenes de 18 a 25 años de la Amazonía peruana. Lima. Universidad Peruana Cayetano Heredia. 8-10 p.
- Calzada, J. 1980. *Frutales nativos*. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú. 320 p.
- Carrillo, J.; Yumba, M. 2022. Caracterización morfológica y análisis de crecimiento de tres cultivares de *Helianthus annuus* L. para flor de corte. *Siembra*, 9(1).
- Casas, J. 2014. Curva de absorción de nutrientes en la biomasa estacional del cultivo de camu camu (*Myrciaria dubia* HBK Mc Vaugh) en suelos de Yarinacocha (Pucallpa). Universidad Nacional Agraria La Molina. Tesis de maestría. Consultado el 27-07-2023. Disponible en: <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/2344>
- Cecilio, A.; Luiz, R.; Gaetano, J.; & Mendoza, J. 2011. Cabbage growth and production in relation to plant density and nitrogen. *Agrociencia*. Texcoco: Colegio de Postgraduados, Vol. 45, n. 5, 573-582 p.

- Chagas, E.; Lozano, R.; Chagas, P.; Bacelar-Lima, C; García, M.; Oliveira, J.; & Araújo, M. 2015. Variabilidade intraespecífica de frutos de camu-camu em populações nativas na Amazônia Setentrional. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*: 15, 265-267 p.
- Corrales, G.; Rada, F.; Jaimez, R. 2016. Efecto del nitrógeno en los parámetros fotosintéticos y de producción del cultivo de la gerbera (*Gerbera jamesonii* H. Bolus ex Hook. f.). *Acta Agronómica*, 65(3): 255-260 p.
- Delgado M. 2023. Efecto de diferentes condiciones de secado en el contenido de ácido ascórbico de hojuelas deshidratadas de Camu camu (*Myrciaria dubia*). Tesis Universidad San Ignacio de Loyola. Consultado el 27-07-2023. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14005/13306>
- Flores, D. 2010. Uso Histórico: camu camu *Myrciaria dubia* (HBK) Mc Vaugh. Proyecto Biocomercio Peru. 6-12 p.
- Flores, J.; & Ruíz, E. 2017. Factores que influyen en la rentabilidad económica de la producción del cultivo de camu camu en la selva peruana. *Tzhoecoen*, 9(1): 94-106 p.
- Fracasseti, D.; Costa, C.; Moulay, L.; Tomás, F. 2013. Ellagic acid derivatives, ellagitannins, proanthocyanidins and other phenolics, vitamin C and antioxidant capacity of two powder products from camu camu fruit (*Myrciaria dubia*). *Food Chemistry* N°139 (1-4): 578-588 p.
- Freitas, C.; Silva, A.; Alves, C.; Nascimento, W.; Lopes, A.; Lima, M.; & Muller, R. 2016. Characterization of the fruit pulp of camu-camu (*Myrciaria dubia*) of seven different genotypes and their rankings using statistical methods PCA and HCA. *Journal of the Brazilian Chemical Society*. 27: 1838-1846 p.
- Guerrero, E.; Potosí, C.; Melgarejo, L.; y Hoyos, L. 2011. Manejo agronómico de la gulupa (*Passiflora edulis* Sims) en el marco de las buenas

- prácticas agrícolas. En: L. Melgarejo, editor, Ecofisiología del cultivo de la gulupa (*Passiflora edulis* Sims). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, COL. 123-144 p.
- Hoagland, D.; & Arnon, D. 1972. Preparación de Solución Nutritiva Stock. 12-15 p.
- Iglesias, G.; Prieto, R.; Alarcón, B. 1996. La propagación vegetativa de plantas forestales. Revista Mexicana de Ciencias Forestales. Vol. 21 N°79: 15-41 p.
- IIAP. 2001. Sistema de Producción de Camu Camu en Restinga. Programa de ecosistemas terrestres. Proyecto Bioexport- camu camu. 141 p.
- INIA. 2001. Cultivo de camu camu *Myrciaria dubia* H.B.K. en la región Loreto. INIA. Lima – Perú. Serie Manual R.I. N° 3. 13 p.
- López, A.; Romero, W.; Vargas, P.; Díaz, E. 2005. Efecto de cinco niveles de nitrógeno en el rendimiento de *Myrciaria dubia* HBK Mc Vaugh, Camu Camu arbustivo, en un entisol de Pucallpa. Folia Amazónica 14(2): 35-41 p.
- Luna, C. 2019. Evaluación de sustratos y concentraciones de fertilizantes sobre el crecimiento de pino tadea (*Pinus taeda* L.) en vivero. Revista agronómica del noroeste argentino, 39(1): 19-29 p.
- Massone, D.; Bartoli, C.; Pastorino, M. 2018. Efecto de la fertilización con distintas concentraciones de nitrógeno y potasio en el crecimiento de plantines de ciprés de la cordillera (*Austocedrus chilensis*) en vivero. Bosque (Valdivia), 39 (3): 375-384 p.
- Monsalve, J.; Escobar, R.; Acevedo, M.; Sánchez, M.; & Coopman, R. 2009. Efecto de la concentración de nitrógeno sobre atributos morfológicos, potencial de crecimiento radical y estatus nutricional en plantas de

Eucalyptus globulus producidas a raíz cubierta. Bosque (Valdivia), 30(2), 88-94 p.

Ochoa, J. 2022. Efecto de la omisión de nutrientes en los primeros seis meses de desarrollo de la balsa (*Ochroma pyramidale*). Tesis de Pregrado. Universidad Central del Ecuador. Quito. 14-16 p.

Olalde, G.; Escalante, E.; Sánchez, G.; Tijerina, C.; Mastache, L.; Carreño R. 2000. Crecimiento y distribución de biomasa en girasol en función del nitrógeno y densidad de población en clima cálido. Terra Latinoamericana 18(4): 313-323 p.

Ortiz, H. & Romero, C. 2017. Camu camu (*Myrciaria dubia*) como posible alternativa productiva. Revista Sistemas de Producción Agroecológicos, 8(2): 68-90 p.

Pérez Leal, F. 1998. Guía de prácticas de Fisiología Vegetal. Universidad Nacional de Ucayali. 20-62 p.

Peñuelas, J.; Ocaña, L. 2000. Cultivo de Plantas Forestales en Contenedor. Madrid, España. Ediciones Mundi-Prensa. 190 p.

Pinedo, M. & Armas, M. 2007. El camu camu y sus usos populares como Planta medicinal, LEISA. Rev. Agroecol. 23 (3): 22-24 p.

Pinedo, H. & Pérez, F. 2020. Desarrollo, producción y la composición de capsaicina de ají charapita (*Capsicum frutescens* L.) cultivados en solución nutritiva con diferentes niveles de nitrógeno en Pucallpa: Development, production and capsaicin composition of Charapita chili pepper (*Capsicum frutescens* L.) grown in nutrient solution with different nitrogen levels in Pucallpa. *Investigación Universitaria UNU*, 10(1): 273-285.

Prieto, J.; Pérez A.; Manríquez, M.; Hernández, J.; Montiel, E.; Soto, J. 2022. Supervivencia y crecimiento radicular en estaquillas tiernas y lignificadas

de cedro limón con diferentes sustratos enraizantes. Revista mexicana de ciencias forestales, 13(73): 155-174 p.

Prieto, J.; Duarte, A.; Goche, J.; Gonzáles, M. & Pulgarín, M. 2018. Supervivencia y crecimiento de dos especies forestales, con base en la morfología inicial al plantarse. Revista mexicana de ciencias forestales, 9(47): 151-168 p.

Rodríguez, Y.; Pradenas, A.; Basso de Figuera, C.; Barrios, G.; León, P.; Pérez, M. 2020. Efecto de dosis de nitrógeno en la agronomía y fisiología de plantas de maracuyá. Agronomía Mesoamericana, Volumen 31(1): 117-128 p.

Rumer, S.; Gupta K.; Kaiser W. 2009. Plant cells oxidize hydroxylamines to NO. Journal of Experimental Botany. 1-8 p.

Salas, R. 2002. Herramientas de diagnóstico para definir recomendaciones de fertilización foliar. Seminario de Fertilización foliar: Principios y Aplicaciones. Laboratorio de Suelos y Foliares en colaboración con la Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. Costa Rica. 7-18 p.

Sánchez, M. 2020. EL CAMU CAMU (*MYRCIARIA DUBIA*): NUEVAS EXPERIENCIAS EN EL MANEJO AGRONÓMICO. Primera Edición. Universidad Nacional de Ucayali. Ucayali – Perú. 18-19 p.

Sanz, S.; Blanco, A.; Monge, E.; Val J. 2001. Caracterización de la deficiencia de calcio en plantas de tomate utilizando parámetros fisiológicos. ITEA, 91(1): 26-38 p.

SENASA. 2018. Consultado el 13-12-2022. Disponible en: [Ucayali: Fortalecen capacidades de técnicos en manejo integrado plagas de camu camu - SENASA al día](#)

- Sieiro, M.; Gonzáles, M.; Rodríguez, L.; Rodríguez, R. Efecto de los macroelementos primarios en la susceptibilidad a enfermedades. 2020. Centro Agrícola, 47(3): 66-74 p.
- Sisaro, D. & Hagiwara, J. 2016. Propagación vegetativa por medio de estacas de tallo. Hurlingham, Buenos Aires. Ediciones INTA. 1ra ed. 4 p.
- Soregui, G. 2018. Efecto de tres tipos de viles en el vigor y aspectos productivos de plantas de camu-camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh) en suelos de restinga de la región de Ucayali. Pucallpa. Universidad Nacional Internacional Intercultural de la Amazonía. Tesis pregrado. 14-16 p.
- Vásquez, A. 2000. El camu camu: cultivo, manejo e investigación. Edit. Universal S.R.L. Iquitos-Perú. 218 p.
- Vásquez, E. 2018. Caracterización morfológica del germoplasma de camu camu *Myrciaria dubia* (Kunth) Mc Vaugh, entrada 1(UNU), ubicado en la Universidad Nacional de Ucayali. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de Ucayali. 9-11p.
- Vera, E. 2020. Estudio del Camu-camu (*Myrciaria dubia*) y propuestas de aplicaciones culinarias. Tesis de pregrado. Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Química. 5 p. Consultado el 27-07-2023. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/54748/1/BINGQ-GS-20P75.pdf>
- Verde, W.; & Nazario, J. 2018. Suelos potenciales para el cultivo de camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh) en la provincia de Coronel Portillo, región Ucayali. Anales Científicos. Universidad Nacional Agraria La Molina. Vol. 79:1. 151-158 p.
- Vega, C. 2015. El efecto del nitrógeno en las enfermedades de las plantas. Departamento Ciencias y Vegetales. Agronomía y Forestal N°52, 33-34

p. Consultado el 23-02-2023. Disponible en:
<https://agronomia.uc.cl/extension/133-el-efecto-del-nitrogeno-en-las-enfermedades-de-las-plantas/file>

Venturini, M. & Lopez, C. 2010. Propagación de árboles selectos por injerto de púas de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. Quebracho-Revista de Ciencias Forestales. Vol 18: 1-2. 101-105 p.

Villachica, H. 1996. El cultivo del camu-camu en la amazonia peruana. Lima. 4 p.

VITRA. 2020. La gran importancia del nitrógeno en las plantas. Consultado el 13-12-2022. Disponible en: [articulo-Vitra \(agrovitra.com\)](https://www.agrovitra.com/articulo-vitra)

Zambolim, L.; & Ventura, J. 2016. Resistência a doenças induzida pela nutrição mineral de plantas. Resistência Induzida pela Nutricao de Plantas. 277-278 p.

VIII. ANEXO.

Tabla 18. Análisis ANVA de la evaluación de la longitud aérea (cm).

F.V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	5	641.00	128.199	153.71	0.000
Error	18	15.01	0.834		
Total	23	656.01			

$R^2 = 0.959$; C.V. = 9.1%

Tabla 19. Análisis ANVA de la evaluación de la longitud de raíz.

F.V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	5	192.49	38.498	29.55	0.000
Error	18	23.45	1.303		
Total	23	215.94			

$R^2 = 0.9014$; C.V. = 1.13%

Tabla 20. Análisis ANVA de la evaluación del diámetro de tallo.

F.V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	5	0.044188	0.008838	84.84	0.000
Error	18	0.001875	0.000104		
Total	23	0.046063			

$R^2 = 0.9593$; C.V. = 1.02%

Tabla 21. Análisis ANVA de la evaluación del volumen de raíz.

F.V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	5	11.7193	2.34386	903.90	0.000
Error	18	0.0467	0.00259		
Total	23	11.7660			

$R^2 = 0.9860$; C.V. = 0.5%

Tabla 22. Análisis ANVA de la evaluación del número de hojas.

F.V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	5	1.38252	0.276504	236.16	0.000
Error	18	0.02108	0.001171		
Total	23	1.40360			

$R^2 = 0.9262$; C.V. = 3.1%

Tabla 23. Análisis ANVA de la evaluación del número de ramas.

F.V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	5	719.90	143.980	83.10	0.000
Error	18	31.19	1.733		
Total	23	751.09			

$R^2 = 0.985$; C.V. = 3.4%

Tabla 24. Análisis ANVA de la evaluación del área foliar.

F.V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	5	21.2692	4.25383	76568.94	0.000
Error	18	0.0010	0.00006		
Total	23	21.2702			

$R^2 = 0.9889$; C.V. = 7.4%

Tabla 25. Análisis ANVA de la evaluación del peso fresco.

F.V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	5	105.525	21.1050	300.53	0.000
Error	18	1.264	0.0702		
Total	23	106.789			

$R^2 = 0.9882$; C.V. = 2.6%

Tabla 26. Análisis ANVA de la evaluación del peso seco.

F.V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	5	7.87117	1.57423	1695.05	0.000
Error	18	0.01672	0.00093		
Total	23	7.88788			

$R^2 = 0.9879$; C.V. = 3.0%

IX. ICONOGRAFÍA.



Fotografía 1. Plántulas de camu camu para estudio.



Fotografía 2. Plántulas de camu camu y sus baldes respectivos como unidad experimental.



Fotografía 3. Instalación de las plántulas en cada balde identificadas con su respectivo tratamiento.



Fotografía 4. Elaboración de las soluciones nutritivas.



Fotografía 5. Aplicación de la Solución nutritiva.



Fotografía 6. Vista de la longitud de raíz del T₆ al finalizar el estudio.



Fotografía 7. Medición del volumen de raíz de las plantulas de camu camu.



Fotografía 8. Medición del peso seco de las plantulas de camu camu.



Fotografía 9. Vista de la altura de planta del T6 al finalizar el estudio.



Fotografía 10. Presencia de querezas en el T3.