

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



TESIS

**“RENDIMIENTO FORRAJERO DE DOS CULTIVARES DE
“CHAGO” (*Mirabilis expansa* Ruiz & Pav.) Standley, CON
DOS NIVELES DE ABONO Y DOS ÉPOCAS DE CORTE.”**

Para optar el título de Ingeniero Agrónomo

Presentado por el Bachiller:

Fernando André Plasencia Mendoza

Asesores:

Dr. Wilfredo Poma Rojas

Ing. M. Cs. Angel Esteban Santa Cruz Padilla

CAJAMARCA – PERÚ

2025

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. **Investigador:** Fernando André Plasencia Mendoza
DNI: 72542072
Escuela Profesional/Unidad UNC: Agronomía
2. **Asesores:**
Dr. Wilfredo Poma Rojas.
Ing. Agr. M. Cs. Angel Esteban Santa Cruz Padilla
3. **Facultad/Unidad UNC:** Ciencias Agrarias
4. **Grado académico o título profesional:**
☐ Bachiller ☒ Título profesional ☐ Segunda especialidad
☐ Maestro ☐ Doctor
5. **Tipo de Investigación:**
☒ Tesis ☐ Trabajo de investigación ☐ Trabajo de suficiencia profesional
☐ Trabajo académico
6. **Título de Trabajo de Investigación:** "RENDIMIENTO FORRAJERO DE DOS CULTIVARES DE "CHAGO" (*Mirabilis expansa* Ruiz & Pav.) Standley, CON DOS NIVELES DE ABONO Y DOS ÉPOCAS DE CORTE"
7. **Fecha de evaluación:** 31/05/2025
8. **Software antiplagio:** ☒ TURNITIN ☐ URKUND (OURIGINAL) (*)
9. **Porcentaje de Informe de Similitud:** 20%
10. **Código Documento:** oid:3117:463495920
11. **Resultado de la Evaluación de Similitud:** 20%
☒ APROBADO ☐ PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 03/06/2025

 Dr. Wilfredo Poma Rojas 26719942	Firma y/o Sello Emisor Constancia
---	--

* En caso se realizó la evaluación hasta setiembre de 2023



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

"NORTE DE LA UNIVERSIDAD PERUANA"

Fundada por Ley N° 14015, del 13 de febrero de 1962

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Secretaría Académica



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

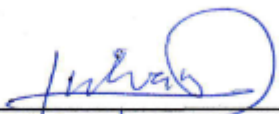
En la ciudad de Cajamarca, a los veintiocho días del mes de mayo del año dos mil veinticinco, se reunieron en el ambiente **2C - 202** de la Facultad de Ciencias Agrarias, los miembros del Jurado, designados según **Resolución de Consejo de Facultad N° 172-2025-FCA-UNC, de fecha 22 de abril del 2025**, con la finalidad de evaluar la sustentación de la TESIS titulada: **"RENDIMIENTO FORRAJERO DE DOS CULTIVARES DE "CHAGO" (*Mirabilis expansa* Ruiz & Pav.) Standley, CON DOS NIVELES DE ABONO Y DOS ÉPOCAS DE CORTE"**, realizada por el Bachiller **FERNANDO ANDRÉ PLASENCIA MENDOZA** para optar el Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

A las once horas y cinco minutos, de acuerdo a lo establecido en el **Reglamento Interno para la Obtención de Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca**, el Presidente del Jurado dio por iniciado el Acto de Sustentación, luego de concluida la exposición, los miembros del Jurado procedieron a la formulación de preguntas y posterior deliberación. Acto seguido, el Presidente del Jurado anunció la aprobación por unanimidad, con el calificativo de quince (15); por tanto, el Bachiller queda expedito para proceder con los trámites que conlleven a la obtención del Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

A las doce horas y veinte minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el Acto de Sustentación.


Dr. Isidro Rimarachín Cabrera
PRESIDENTE


MBA. Ing. Santiago Demetrio Medina Miranda
SECRETARIO


Ing. José Lizandro Silva Mego
VOCAL


Dr. Wilfredo Poma Rojas
ASESOR


Ing. M. Cs. Angel Esteban Santa Cruz Padilla
ASESOR

COPYRIGHT © 2025 by
FERNANDO ANDRÉ PLASENCIA MENDOZA
Todos los derechos reservados

DEDICATORIA

A mis amados padres, Eduardo Cristóbal Plasencia Centurión y Lidia Nelly Mendoza Salazar, quienes siempre me han apoyado en todo. Gracias por mostrarme día a día que nada es imposible y que con esfuerzo y dedicación se pueden alcanzar grandes metas.

A mis queridos hermanos, Nestor, Verónica, Eduardo, Gabriela y Nelly, quienes siempre me han impulsado a seguir adelante, incluso cuando los obstáculos me hacían dudar. Gracias por motivarme a no rendirme nunca.

A mis adorados sobrinos, Benjamín y Samantha, que con sus ocurrencias diarias me sacan una sonrisa y me inspiran a seguir cumpliendo mis objetivos.

EL AUTOR

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por darme la vida, la salud y el deseo constante de superarme. Sin su amor y misericordia, esta meta no habría sido posible.

A mis queridos padres, Eduardo Plasencia Centurión y Nelly Mendoza Salazar, les agradezco infinitamente por su apoyo incondicional y por nunca permitir que me rinda, a pesar de las adversidades. Gracias por enseñarme que, para alcanzar nuestras metas, siempre debemos perseverar y no detenernos.

Al Doctor Wilfredo Poma Rojas, quien generosamente aceptó ser mi asesor de manera desinteresada y me brindó su apoyo durante todo el desarrollo de este proyecto.

Al Ingeniero Angel Esteban Santa Cruz Padilla, por aceptar ser mi co-asesor de manera desinteresada y por proporcionarme los materiales, insumos y recursos necesarios para llevar a cabo este proyecto de la mejor manera posible.

Al Ingeniero Jorge Luis Vásquez Orrillo, a la Ingeniera Silvia Yanina Rodríguez López, a Don Armando Linares, a Don Sebastián Llico, a Doña Olga y a Don Gerardo, por su valiosa ayuda en la realización y culminación de este proyecto.

A mis grandes amigos, José David Marín Vásquez y Daniel Sánchez Peña, por estar siempre ahí, ayudándome de diversas maneras para culminar este proyecto con éxito.

EL AUTOR

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE ANEXOS	
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	3
1.1.Descripción del problema	4
1.2.Formulación del problema de investigación	4
1.3.Justificación	4
1.4.Objetivos	5
1.4.1. <i>Objetivo general</i>	5
1.4.2. <i>Objetivo específico</i>	5
1.5.Hipótesis	6
CAPÍTULO II: REVISIÓN DE LITERATURA	7
2.1. Antecedentes	7
2.2. Marco teórico	9
2.2.1. Origen del chago	9
2.2.2. Importancia del chago	10
2.2.3. Morfología	10
2.2.3.1. <i>Hábito de crecimiento</i>	10
2.2.3.2. <i>Tallo</i>	10
2.2.3.3. <i>Hoja</i>	11
2.2.3.4. <i>Inflorescencia</i>	11
2.2.3.5. <i>Fruto</i>	12
2.2.3.6. <i>Tallo subterráneo</i>	12
2.2.3.7. <i>Raíz</i>	12
2.2.4. Taxonomía	12
2.2.5. Distribución geográfica del chago en el Perú	12
2.2.6. Condiciones agroclimáticas	13
2.2.7. Prácticas culturales	13
2.2.8. Enfermedades	14

2.2.9.	Plagas	14
2.3.	Definición de términos básicos	15
CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS		17
3.1.	Ubicación	17
3.2.	Materiales	18
3.2.1.	<i>Material biológico</i>	18
3.2.2.	<i>Material no biológico</i>	18
3.3.	Diseño experimental	19
3.4.	Metodología	20
3.4.1.	<i>Muestreo y análisis del suelo</i>	20
3.4.2.	<i>Conducción del experimento</i>	21
3.4.2.	<i>Modelo estadístico lineal</i>	23
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN		24
4.1.	Evaluación del número de tallos de cada planta de chago	24
4.2.	Evaluación de la altura de cada planta de chago	27
4.3.	Evaluación del peso fresco de cada planta de chago	30
4.4.	Evaluación del peso seco de cada planta de chago	33
4.5.	Evaluación del contenido de clorofila de cada planta de chago	36
4.6.	Evaluación del peso de raíz de cada planta de chago	39
4.7.	Evaluación de la materia seca de cada planta de chago	42
4.8.	Evaluación del contenido de proteína de cada planta de chago	45
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		49
5.1.	Conclusiones	49
5.2.	Recomendaciones	50
CAPÍTULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		51
ANEXOS		54

INDICE DE TABLAS

TABLA	TÍTULO	PÁGINA
1	<i>Factores, niveles y tratamientos de estudio</i>	19
2	<i>Análisis del suelo del área de estudio</i>	21
3	<i>Interpretación del análisis obtenido</i>	21
4	<i>Análisis de varianza (ANOVA) para el número de tallos de plantas de chago</i>	24
5	<i>Promedios de los factores en estudio para número de tallos. Los factores que muestran significancia: C (CULTIVAR) y E (ÉPOCA DE CORTE)</i>	25
6	<i>Análisis de varianza (ANOVA) para altura de plantas chago</i>	28
7	<i>Promedios de los factores en estudio para altura de plantas. El factor que muestra significancia: E (ÉPOCA DE CORTE)</i>	29
8	<i>Análisis de varianza (ANOVA) para el peso fresco de plantas de chago</i>	31
9	<i>Promedios de los factores en estudio para peso fresco</i>	32
10	<i>Análisis de varianza (ANOVA) para el peso seco de plantas de chago</i>	34
11	<i>Promedios de los factores en estudio para peso seco</i>	35
12	<i>Análisis de varianza (ANOVA) para contenido de clorofila de plantas de chago</i>	37
13	<i>Promedios de los factores en estudio para contenido de clorofila (ADPS)</i>	38
14	<i>Análisis de varianza (ANOVA) para peso de raíz de plantas de chago</i>	40
15	<i>Promedios de los factores en estudio para peso de raíz de plantas de chago</i>	41
16	<i>Análisis de varianza (ANOVA) para materia seca de plantas de chago</i>	43
17	<i>Promedios de los factores en estudio para materia seca de plantas de chago</i>	44

18	<i>Análisis de varianza (ANOVA) para contenido de proteína de plantas de chago</i>	46
19	<i>Promedios de los factores en estudio para contenido de proteína de plantas de chago</i>	47
20	<i>Promedios del número de tallos por planta de chago (Mirabilis expansa), en un factorial 2Ax2Bx2C con el diseño de bloques completos al azar (DBCA)</i>	54
21	<i>Promedios de la altura de plantas de chago (Mirabilis expansa), en un factorial 2Ax2Bx2C con el diseño de bloques completos al azar (DBCA)</i>	54
22	<i>Promedios del peso fresco de plantas de chago (Mirabilis expansa), en un factorial 2Ax2Bx2C con el diseño de bloques completos al azar (DBCA)</i>	54
23	<i>Promedios del peso seco de plantas de chago (Mirabilis expansa), en un factorial 2Ax2Bx2C con el diseño de bloques completos al azar (DBCA)</i>	55
24	<i>Promedios del contenido de clorofila de plantas de chago (Mirabilis expansa), en un factorial 2Ax2Bx2C con el diseño de bloques completos al azar (DBCA)</i>	55
25	<i>Promedios del peso de raíz de plantas de chago (Mirabilis expansa), en un factorial 2Ax2Bx2C con el diseño de bloques completos al azar (DBCA)</i>	55
26	<i>Promedios de materia seca de plantas de chago (Mirabilis expansa), en un factorial 2Ax2Bx2C con el diseño de bloques completos al azar (DBCA)</i>	56
27	<i>Promedios del contenido de proteína de plantas de chago (Mirabilis expansa), en un factorial 2Ax2Bx2C con el diseño de bloques completos al azar (DBCA)</i>	56

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	TÍTULO	PÁGINA
1	<i>Ubicación de la zona de estudio en el Anexo Experimental Cochamarca de la Estación Experimental Agraria Baños del Inca</i>	17
2	<i>Distribución del experimento en campo</i>	19
3	<i>Promedios del número de tallos de plantas de chago del cultivar verde (C1), del cultivar púrpura (C0), de la época de corte a los cuatro meses (E0) y de la época de corte a los ocho meses (E1)</i>	26
4	<i>Promedios de la altura de plantas de chago con época de corte a los ocho meses (E1) y a los cuatro meses (E0)</i>	29
5	<i>Promedios del peso fresco de plantas de chago</i>	32
6	<i>Promedios del peso fresco de plantas de chago. Con época de corte a los ocho meses (E1) y a los cuatro meses (E0)</i>	35
7	<i>Promedios del contenido de clorofila de plantas de chago</i>	38
8	<i>Promedios del peso de raíz de plantas de chago</i>	41
9	<i>Promedios de materia seca de plantas de chago</i>	44
10	<i>Promedios del contenido de proteína de plantas de chago</i>	47
11	<i>Análisis de suelo del Anexo Experimental Cochamarca</i>	59
12	<i>Campo experimental preparado y surcado</i>	60
13	<i>Delimitación de los tratamientos en el campo experimental</i>	60
14	<i>Aplicación del fungicida agrícola a las semillas de chago. A: Fungicida. B: Aplicación. C: Reposo de semillas</i>	61
15	<i>Sembrado de las semillas de chago</i>	61
16	<i>Riego por gravedad</i>	62
17	<i>Deshierbo manual</i>	62
18	<i>Evaluación y conteo del número de tallos de las plantas de chago</i>	63
19	<i>Evaluación de la altura de las plantas de chago</i>	63
20	<i>Cortes a las plantas de chago</i>	64
21	<i>Evaluación del peso fresco de las plantas de chago</i>	64
22	<i>Evaluación del peso seco de las plantas de chago</i>	65
23	<i>Evaluación del contenido de clorofila de las plantas de chago</i>	65
24	<i>Evaluación del rendimiento de raíz de las plantas de chago</i>	66

INDICE DE ANEXOS

ANEXO	TÍTULO	PÁGINA
1	<i>Resultados de la fase experimental</i>	54
2	<i>Análisis de proteína de las plantas de chago</i>	57
3	<i>Análisis del suelo</i>	59
4	<i>Colección de fotografías de la fase de campo y laboratorio</i>	60

RESUMEN

El déficit de alimento forrajero es una problemática que viene aquejando desde hace muchos años a diferentes comunidades, porque la economía familiar de estas se basa principalmente en la actividad pecuaria, la misma que se ve afectada por la falta de alimentos en la época de estiaje. Por estas razones, es indispensable utilizar nuevas especies forrajeras e identificar su potencial forrajero y que adicionalmente cubran las demandas nutricionales de los animales a bajo precio. En este sentido, el presente proyecto de investigación busca determinar cuál de los cultivares de chago sometidos a niveles de abonamiento y épocas de cortes, son los de mayor rendimiento forrajero. El estudio se realizó en el Anexo Experimental Cochamarca, de la Estación Experimental Agraria Baños del Inca, ubicado a 2675 msnm, con coordenadas UTM: Este: 816794.04 m. Norte: 9203851.28 m. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA), con 15 plantas en 3 surcos por 8 tratamientos, distribuidos en 3 bloques, lo que sumó un total de 24 tratamientos y 360 plantas (180 de follaje verde y 180 de follaje púrpura). El abonado se aplicó en el momento de la siembra, y se realizaron cortes a los 4 y 8 meses. El espaciamiento de las plantas fue de 0.90 m por surco y 0.50 m por planta. Se evaluaron diversas variables, como el número de tallos, la altura de las plantas, el peso fresco y seco, el contenido de clorofila, el peso de la raíz, la materia seca y el contenido de proteína. Los resultados indicaron que el cultivar verde (C1) obtuvo el mayor número de tallos, con un promedio de 9, mientras que la época de corte a los 8 meses (E1) presentó un promedio de 8.91 tallos. En cuanto a la altura de las plantas, la época de corte a los 8 meses (E1) también destacó, alcanzando un promedio de 64.72 cm. El peso fresco y seco fue mayor en el cultivar verde (C1), con promedios de 541.13 g y 79.45 g, respectivamente. Además, el cultivar verde (C1) destacó por su contenido de clorofila (35.1 ADPS), peso de raíz (1243.7 g) y contenido de proteína (5.16%). En cuanto al contenido de materia seca, el corte a los ocho meses se destacó con un 60.99% de materia seca. En conclusión, el cultivar verde (C1) y la época de corte a los 8 meses (E1) fueron los factores que ofrecieron los mejores rendimientos forrajeros del chago.

Palabras clave: capacidad forrajera, interacción, cultivares, abono orgánico, épocas de corte, chago, número de tallos, altura de plantas, peso fresco, peso seco, contenido de clorofila, peso de raíz, materia seca, contenido de proteína.

ABSTRACT

The shortage of forage is a problem that has plagued various communities for many years, as their family economies are primarily based on livestock farming, which is affected by the lack of food during the dry season. For these reasons, it is essential to utilize new forage species and identify their potential as forage species, which also cover the nutritional needs of animals at a low price. In this regard, this research project seeks to determine which of the chago cultivars, subjected to high levels of fertilization and harvesting periods, have the highest forage yields. The study was conducted at the Cochamarca Experimental Annex of the Baños del Inca Agricultural Experimental Station, located at 2675 meters above sea level, with coordinates UTM: EAST: 816794.04 m. NORTH: 9203851.28 m. A randomized complete block design (RCBD) was used, with 15 plants in 3 rows across 8 treatments, distributed in 3 blocks, totaling 24 treatments and 360 plants (180 green forage and 180 purple forage). Fertilization was applied at the time of planting, and cuts were made at 4 and 8 months. Plant spacing was 0.90 m x 0.50 m. Various variables were evaluated, such as the number of stems, plant height, fresh and dry weight, chlorophyll content, root weight, dry matter, and protein content. The results showed that the green cultivar (C1) had the highest number of stems, with an average of 9, while the 8-month cutting time (E1) had an average of 8.91 stems. Regarding plant height, the 8-month cutting time (E1) also stood out, with an average height of 64.72 cm. Fresh and dry weight were higher in the green cultivar (C1), with averages of 541.13 g and 79.45 g, respectively. Additionally, the green cultivar (C1) excelled in chlorophyll content (35.1 ADPS), root weight (1243.7 g), and protein content (5.16%). In terms of dry matter content, the 8-month cut was particularly notable, with 60.99% dry matter. In conclusion, the green cultivar (C1) and the 8-month cutting time (E1) were the factors that provided the best forage yields of *chago*.

Keywords: forage capacity, interaction, cultivars, organic fertilizer, cutting times, chago, number of stems, plant height, fresh weight, dry weight, chlorophyll content, root weight, dry matter, protein content.

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

Mirabilis expansa Ruiz & Pav. Standley, es una especie tuberosa originaria de las zonas alto andinas de Bolivia, Ecuador y Perú, donde es conocido bajo cultivo, como "mauka", "miso" y "chago" respectivamente. Como especie botánica se distribuye desde Venezuela hasta Chile en estado silvestre y cultivado (Seminario, 2012). Es una especie promisorio como alimento humano y animal, consumiéndose sus raíces y el follaje, respectivamente. El follaje como resto de la cosecha, contiene hasta 4% de proteína en base fresca y 17% en base seca, por lo que es un importante alimento (forraje) para ovinos, vacunos y animales menores. Así, sus valores de consumo, digestibilidad y conversión alimenticia son positivos en conejos y estadísticamente similares a la mezcla ray gras – trébol (Bazán et al., 1996)

En el rendimiento de forraje verde, de las especies forrajeras, intervienen directamente factores como la especie y los cultivares o variedades, el nivel de abonamiento que reciben las plantas, de preferencia con fuentes orgánicas y el número de cortes o pastoreo (Espitia et al., 2012)

1.1. Descripción del problema

Las raíces de la especie tuberosa chago se consumían tradicionalmente como alimento humano, mientras que su follaje era utilizado como forraje para animales menores, como cuyes y conejos. Sin embargo, en los últimos años, este cultivo ha sido dejado de lado, lo que ha puesto en riesgo su supervivencia y ha llevado a su amenaza de extinción. El follaje de chago puede ser consumido tanto verde como seco, y es especialmente beneficioso debido a su contenido de proteínas, lo que resulta en una excelente fuente de nutrición para los animales. Además, una característica destacada de esta planta es la capacidad de rebrotar sus tallos después de ser cortados, lo que permite ofrecer alimento a los animales en múltiples ocasiones. Es por ello, que la presente investigación tuvo como finalidad determinar la capacidad forrajera del chago a través de la interacción de dos cultivares, dos niveles de abono orgánico y dos épocas de corte. Con el propósito de que esta investigación sirva como base para futuras investigaciones y se aproveche la diversidad genética existente en Chago, su contenido nutricional y no llegue a su extinción.

1.2. Formulación del problema de investigación

¿Cuál es el rendimiento forrajero de chago (*Mirabilis expansa* Ruiz & Pav.) Standley, con la aplicación de dos niveles de abono y dos épocas de corte?

1.3. Justificación

La crianza de animales menores es una práctica tradicional en Cajamarca, la cual, en la mayoría de familias está restringida a un número pequeño de individuos por especie (cuyes y conejos); pero que al momento de calcular el requerimiento de forraje que necesitan para alimentarlos existe una demanda insatisfecha. Generalmente para alimentar estos animales menores, se utilizan fuentes de alimentación como la alfalfa, rye grass, pasto elefante, etc. Especies que exigen alta mano de obra y un uso repetitivo de fumigaciones y agroquímicos que encarecen el precio por kilogramo de forraje.

El déficit de alimento forrajero es una problemática que viene aquejando desde hace muchos años a diferentes comunidades, porque la economía familiar de estas se basa principalmente en la actividad pecuaria, la misma que se ve afectada por la falta de alimentos en la época de estiaje. En el año 2016, técnicos del Instituto de Manejo de

Agua y Medio Ambiente con la finalidad de mejorar la oferta forrajera en las provincias de Canas, Espinar y Chumbivilcas, lograron conservar más de 12 mil 400 toneladas de pastos y forrajes, aplicando la técnica de henificado y ensilado (RPP PERÚ, 2016).

Por estas razones es indispensable utilizar nuevas especies forrajeras e identificar su potencial forrajero y que adicionalmente cubran las demandas nutricionales de los animales a bajo precio.

En este sentido, el presente proyecto de investigación busca determinar cuál de los cultivares de chago sometidos a niveles de abonamiento y épocas de cortes, son los de mayor rendimiento forrajero. Pues, como se sabe; esta especie, tradicionalmente ha sido usada para alimentar cerdos y existen pruebas iniciales que puede ser utilizada en la alimentación de cuyes, conejos y vacunos (Rea, 1992; Seminario et al., 2019; Bazán et al., 1996). A ello, se suman las pruebas en conejos, las cuales indicaron que el consumo de forraje del chago, incrementaron su peso y su conversión alimenticia (Bazán et al., 1996; Seminario, 2014). Es por ello, que mediante el desarrollo de la presente investigación se busca aprovechar la diversidad genética existente en Chago y su contenido nutricional.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Evaluar el rendimiento forrajero del chago, a través de la interacción entre dos cultivares, dos niveles de abono orgánico y dos épocas de corte.

1.4.2. Objetivos específicos

Determinar componentes de rendimiento (número de tallos, altura de planta, rendimiento de raíz, contenido de materia seca, contenido de proteína y contenido de clorofila).

1.5. Hipótesis

Uno de los cultivares con el nivel de abonamiento más alto y con el corte al octavo mes, destacará por su mayor rendimiento forrajero y contenido de proteína.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes

Gendall en el año 2019, en su investigación titulada “Desenterrando La Raíz Perdida De Los Andes: Mauka (*Mirabilis expansa* Ruiz & Pav.) Standley”. Indica que se investigó la distribución del cultivo de chago y se exploraron las posibilidades para su conservación. Se llevó a cabo la investigación realizando entrevistas a cuarenta agricultores en los departamentos de Áncash, Huánuco, Puno y Amazonas. Y finalmente, como resultado se recolectaron un total de veintiún muestras de germoplasma para la conservación ex – situ, incluyendo un morfotipo no descrito en Puno.

Valderrama en el año 2001, en su investigación de título “Biología floral de cuatro cultivares y tres parientes silvestres de mauka (*Mirabilis expansa* Ruiz & Pav.) Standley”. Describe la fenología de la planta, la morfología y la fisiología de la flor y del fruto – semilla de cuatro cultivares y tres parientes silvestres de mauka. Los parientes silvestres identificados fueron: *M. prostata*, *M. intercedens* y *M. expansa* al estado silvestre. En la presente investigación señalan que el periodo de crecimiento varió de 309 a 329 días en los cultivares y de 282 a 334 días en los silvestres. La floración se inició entre 240 y 275 días en cultivares y entre 222 y 270 días en silvestres. La antesis se inició entre las 5:30 y 6:00 horas y duró de 6 a 7 horas. La dehiscencia de anteras ocurrió entre las 7:40 y 8:10 horas. Finalmente concluye que, las tres especies involucradas se comportaron como autógamas, pero que también hubo presencia de una polinización cruzada (entomófila) la que alcanzó de 6 a 25% en cultivares y de 10 a 35% en silvestres.

Muenala en el año 2019, en su investigación titulada “Evaluación de la Variabilidad Genética del Miso (*Mirabilis expansa* Ruiz & Pav.) Standley”, analizó la diversidad genética de esta especie. El estudio se desarrolló en dos fases: la primera consistió en entrevistas semiestructuradas y colecta del material de germoplasma; la segunda, en la evaluación del material recolectado. Como resultado, se identificó que el 90% de los agricultores que pertenecen al cantón Pedro Moncayo consideran que el lugar de procedencia del miso son propias de su localidad, mientras que el 10% indican que proviene de otras localidades como al sur de Quito. El 100% de los agricultores

señalan que la reproducción vegetativa (esquejes, hijuelos y brotes) son los métodos que usan para propagar plantas de miso. Los pobladores consideran que los rendimientos por planta fueron entre 1 a 2 kg de raíces comestibles. Y el rendimiento de follaje alcanzado fue de 7 kg/planta, el cual puede ser aprovechado mediante una mezcla forrajera en la alimentación de las especies menores.

Seminario en el año 2012, en su investigación titulada “Variabilidad morfológica y evaluación agronómica de maukas (*Mirabilis expansa* Ruiz & Pav.) Standley del norte peruano”. Indica que se investigó la variabilidad morfológica, la distribución geográfica y el comportamiento agronómico del germoplasma, colectado principalmente en el norte peruano. Para la caracterización y el análisis de agrupamiento se realizaron mediante una lista de 17 descriptores cualitativos de alta heredabilidad y se evaluaron siete componentes de rendimiento, durante tres campañas agrícolas. Y finalmente, como resultado en la variabilidad morfológica se obtuvo que la colección de chago consta de cinco morfotipos que muestran características fenotípicas de fácil identificación en campo y sus principales diferencias se encuentran en el color del tallo, forma de hoja, color de flor y color de raíz. También se evidenció que la mayor parte del germoplasma pertenece a los morfotipos I y II. Los componentes del rendimiento mostraron que, el peso de las raíces por planta varió de 0,6 a 3,6 kg. Ha. El número de raíces por planta varió de 4 a 22, la altura de planta varió de 31,5 a 103 cm. Además de las raíces, las plantas producen una cantidad de follaje (útil como forraje) que varió entre 0,26 a 3,9 kg/planta.

Seminario en el año 2019, en su investigación de título “La Agronomía de Mauka (*Mirabilis expansa* (Ruíz & Pav.) Standl.) - Una revisión”. Señala que, se investigó a la planta con énfasis en sus rasgos agronómicos y según sus formas de propagación (semilla o vegetativa). Por un lado, el cultivo de chago responde mejor en suelos de textura franca y franco – arenosa, con un Ph entre 6,8 a 7,2 con buena proporción de materia orgánica. Por otro lado, el método más sencillo de propagación vegetativa es utilizar los cormos basales. Estos bulbos son espesados con abundantes reservas y con dos yemas en cada nudo y se pueden plantar directamente en el campo. Y finalmente, una evaluación realizada durante tres campañas agrícolas, que evaluó los niveles de producción de 40 diferentes accesiones de chago (5 plantas por accesión), arrojó rendimientos de forraje que promediaron $1,6 \pm 0,6$ kg planta, lo que equivale a 33,3 toneladas de forraje verde ha.

Zapana en el año 2017, en su investigación de título “Producción de raíz tuberosa en cultivo de mauka (*Mirabilis expansa* (Ruíz & Pav.) Standl. Con aplicación de abonamiento orgánico y fertilización química en Puno – Perú”. Señala que se investigó el rendimiento de raíz tuberosa de mauka, cuando se incorpora al suelo, estiércol de vacuno y urea más superfosfato triple de calcio. Los tratamientos utilizados fueron: 7.5 t/ha de estiércol de vacuno (T1), 130 kg/ha de urea al 46% de N más 90 kg/ha de superfosfato triple de calcio al 46% de P₂O₅ (T2) y un testigo (T3). Se utilizaron esquejes de plantación local con distanciamiento de 0.80 m entre surcos y 0.50 m entre plantas, en terreno franco limoso con 4 repeticiones en diseño de bloques completos al azar. Después de un año de la instalación, se logró obtener como resultado que el tratamiento 2 (urea más superfosfato triple de calcio) obtuvo un rendimiento de 78.5 t/ha, seguido por el tratamiento 1 (estiércol de vacuno) con 46.4 t/ha y finalmente el tratamiento 3 (testigo) con 31.6 t/ha. Llegando a la conclusión que la fertilización química obtuvo mayor producción de raíz tuberosa de la mauka.

2.2. Marco teórico

2.2.1. Origen del chago

El chago silvestre fue herborizado por primera vez por Ruíz y Pavón (1798), como parte de una expedición dirigida por la Corona española. Increíblemente, otros dos siglos pasaron antes que la planta en su forma cultivada fuera conocida por la ciencia, cuando fue reportada por Rea y León (1965) en la provincia de Camacho, al norte de Bolivia. Por casi dos décadas después de su descubrimiento, el chago permaneció fugitivo; conocido como existente sólo en el norte de Bolivia. Sin embargo, a principios de la década de 1980, Rea tropezó nuevamente con el cultivo, confirmando su existencia en la sierra ecuatoriana, donde se le conoce como miso o taza (Gendall et al., 2019).

En 1984, el agrónomo peruano Juan Seminario encontró chago en la provincia de Chota en Cajamarca, en el norte de Perú. En el transcurso de algunos años, ha sido reportado su hallazgo en los departamentos de Cajamarca y La Libertad, y en la provincia de Chachapoyas en Amazonas, lugares ubicados todos en el norte peruano (Seminario, 1988). En 1995, Mauro Vallenás encontró chago en la provincia de Sandia, Puno, al sureste de Perú, y envió germoplasma a la Universidad de Cajamarca (UNC), donde fue caracterizada como morfológicamente distinta a la proveniente de las regiones del norte (Seminario, 2012).

Seminario (2004) afirma que en países tales como Bolivia, Perú y Ecuador, el nombre de la especie varía dependiendo la localidad, incluyendo dentro del nombre vulgar al mismo lo conocen también como, chago y mauka, esta denominación refleja una larga trayectoria de tiempo y experiencia en relación al ser humano y planta, sin embargo, el conocimiento es diferente según población y la etnia a la que pertenece.

2.2.2. Importancia del chago

La parte principal usada como alimento humano son sus raíces reservantes. Estas, además de ser fuente de carbohidratos, contienen niveles importantes de proteína, calcio y fósforo. Por estas bondades constituye una alternativa alimentaria para poblaciones alto andinas, en donde la ingesta de estos nutrientes es escasa (Seminario, 2012).

El chago es una especie promisorio como alimento humano y animal, además de otros usos potenciales. El follaje obtenido después de la cosecha, contiene hasta 4 % de proteína en base fresca y 17 % en base seca, es un importante forraje para ovinos, vacunos y animales menores. Los valores de consumo, digestibilidad y conversión alimenticia en conejos (*Oryctolagus cuniculus*), fue similar a los valores de la mezcla de rye grass (*Lolium multiflorum*) y trébol (*Trifolium repens*) (Bazán et al., 1996)

2.2.3. Morfología

2.2.3.1. Hábito de crecimiento

Seminario (2004) indica que el hábito de crecimiento es procumbente, por lo general no excede de 1 m de altura (silvestre). Y es de forma vertical cuando es joven y semi - postrado y abierto en la madurez (cultivada).

2.2.3.2. Tallo

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2007) señala que, los tallos son cilíndricos, divididos por entrenudos, de los cuales salen pares de hojas opuestas.

Seminario (2012) indica que el color principal del tallo es verde con amarillo, verde y rojo; a veces con pigmentación de color secundaria rojo con púrpura.

Standley (1931) indica que las ramas son relativamente robustas, tallos de hasta 2,5 m de longitud, pero generalmente mucho más cortos, escasamente puberulentos a glabros, entrenudos generalmente más largos que las hojas.

2.2.3.3. Hoja

El Centro internacional de la papa (CIP, 1998) reporta que, las hojas son opuestas, cordadas u ovadas, de color verde oscuro a verde claro, con o sin pigmentaciones purpuras.

Standley (1931) indica que las hojas son relativamente gruesas, a menudo con márgenes rojos, variando de ovado redondeado a ovado rómbico, ampliamente ovado, truncado ovalado elíptico u oblongo o agudo en la base, casi siempre abruptamente decurrente, a veces cordado, obtuso redondeado en el ápice, en pedicelos cortos y gruesos, cerca de 2,5 - 5 cm de longitud.

Seminario (2012) indica que la hoja es ovada o cordada; con la base cordada, subcordada o cuneada y el ápice bastante agudo. Color predominante de la hoja amarillo verdoso, verde amarillo o verde; con pigmentación de color secundaria presente o ausente (rojo con púrpura).

2.2.3.4. Inflorescencia

La inflorescencia es cimosa o paniculada y termina en 3 a 4 flores agrupadas. Las flores son de 3 a 4 mm de largo, de 3 a 4 mm de ancho cuando están abiertas. El cáliz tiene forma de copa con 5 divisiones en la parte superior, persistente y en crecimiento. La corola es delgada en la base, con forma de tubo, que se abre hacia arriba en 5 lóbulos. Contiene 3 estambres, un pistilo formado por ovario inferior, esférico, que termina en un estilo curvo, ligeramente más largo que los estambres. Y se tienen datos aproximados que de 25 a 30 días aparecen las primeras flores y la antesis (Seminario, 1988)

El perianto puede ser de color blanco, blanco grisáceo, púrpura brillante o púrpura; el estigma puede ser de color amarillo con blanco, amarillo anaranjado, brillante púrpura o púrpura; el brote puede ser de color amarillo, amarillo con marrón o rojo con púrpura; el involucro puede ser de color verde o verde con púrpura (Seminario, 2012)

2.2.3.5. Fruto

El fruto es un aquenio, de forma elíptica ovoide. La semilla es única, de color marrón a crema (CIP, 1998). Seminario (2004) señala que el cáliz crece para formar la fruta, envolviéndola casi por completo (característica de las Nyctaginaceae). La unión del fruto y la envoltura del antocarpio es cónica, de 3 a 4 mm de longitud y 1,5 a 2.5 mm de ancho y está cubierta por abundantes pelos pegajosos. El fruto está cubierto por una sustancia viscosa, especialmente en el vértice donde los pequeños insectos son atrapados con frecuencia.

2.2.3.6. Tallo subterráneo

Los tallos subterráneos presentan una hinchazón típicos de Nyctaginaceae, de color blanco, amarillo brillante o naranja con gris (Seminario, 2012)

2.2.3.7. Raíz

La raíz tiene una epidermis que puede ser de color blanca, pardo amarillo, gris anaranjada brillante y gris anaranjado; la corteza de la raíz puede ser de color blanca, amarilla y amarilla anaranjada; la pulpa de la raíz puede ser de color blanca, naranja con blanco y naranja con amarillo (Seminario, 2012)

2.2.4. Taxonomía

El botánico estadounidense Standley caracterizó la planta de chago como *Mirabilis expansa* (Ruíz y Pav.) Standley, ubicándola dentro de la familia nyctaginaceae (Gendall, 2017).

2.2.5. Distribución geográfica del chago en el Perú

En Perú, los hallazgos en Puno se han producido entre los 2 900 y 3 300 msnm y en el norte de este país, se ha determinado su presencia en altitudes que oscilan entre 2 500 a 3 400 msnm. Estas últimas altitudes corresponden a la Región quechua (2 300 - 3 500 msnm), con una temperatura promedio entre 13 - 14 °C, temperatura máxima de 25 °C, mínima de 5 °C y precipitación pluvial promedio anual de 680 mm. El chago prefiere suelos de pH cercano al neutro, de textura media, profundos, con buena provisión de materia orgánica. También prospera en suelos de color claro, de textura franco arenosa, con buena provisión de materia orgánica (Seminario, 2004)

2.2.6. Condiciones agroclimáticas

Se tienen las siguientes condiciones agroclimáticas del chago: Una altitud entre 2200 a 3500 msnm. Una temperatura entre 13 °C a 25 °C, si la temperatura es menor a 13 °C y mayor a 35 °C retardan su crecimiento. Una precipitación de alrededor de 680 mm. Los requerimientos edáficos del chago son: una textura (suelos francos y franco arenosos) intermedios ricos en materia orgánica; con un pH de 6 ± 1 valores cercanos a neutro (Muenala, 2019).

2.2.7. Prácticas Culturales

El chago es una especie que no necesita de un manejo técnico, sin embargo, (Seminario, 2004) plantea algunas actividades que se deben realizar; dentro de las cuales tenemos:

- a. Preparación del suelo: se realiza una labor de arada y rastrada de 30 a 40 cm de profundidad para remover el suelo y abrir surcos.
- b. Época de siembra: se puede sembrar en cualquier época del año, siempre y cuando disponga de agua y humedad el suelo ya que es un cultivo perenne de ciclo anual.
- c. Distancia de siembra: la densidad de siembra es de 70 a 80 cm entre planta y de 80 a 100 cm entre surco.
- d. Siembra: su reproducción puede ser por semilla vegetativa u ortodoxa:
 - Semilla vegetativa: se propaga a través de hijuelos, esquejes y brotes desprendidos de la corona del tallo, el prendimiento es desde los 22 a 45 días.
 - Semilla ortodoxa: se puede propagar mediante almácigos a través de la semilla germinada, hasta obtener plántulas para el trasplante.
- e. Deshierbe y aporque: la primera deshierba y aporque se realizan entre los 2 a 2.5 meses después de la siembra, el aporque se lo realiza máximo hasta el cuarto mes.
- f. Riego: está relacionado con las condiciones climáticas presentes en el medio, mientras que para el cultivo es preferible que se mantenga la humedad del suelo.

g. Cosecha: La cosecha puede ser desde los siete meses y medio, un indicador para realizar la cosecha es la caída de las flores (2da floración) a partir del décimo mes (Seminario, 1993). El chago se cosecha usando pico para excavar cuidadosamente alrededor de la planta y levantar las raíces (Gendall et al., 2019).

h. Rendimiento: el cultivo de chago registró pesos entre 1.8 a 5.5 kg de raíces/planta y con cantidades de forraje entre 5 - 7 kg/ planta.

2.2.8. Enfermedades

Al ser un cultivo rústico, no se han registran daños significativos causados por enfermedades, sin embargo, Seminario en el 2004 señala las siguientes:

a. *Fusarium sp.* se desarrolla en suelos con exceso de humedad, lo que genera pudrición; la enfermedad progresa desde el ápice hasta la base de las raíces, los síntomas se presentan según como sube el nivel freático, en el haz de las hojas inician con manchas cloróticas pequeñas donde crecen hasta unirse entre varias de ellas, las hojas afectadas se muestran arrugadas y más pequeñas que las normales.

b. Virus mosaico común, es causado por un grupo de potyvirus transmitidos por daños mecánicos causados por áfidos.

2.2.9. Plagas

Seminario (2004) señala las siguientes:

a. Comedor de brotes (*Pyroderces sp.*) De la familia Cosmopterigidae, es una larva de 6-7 mm de largo y de color crema, en estado adulto es un microlepidóptero con aparato bucal tipo picador-chupador, presenta una coloración negruzca a gris plateado, con puntos negros simétricos en las alas, la ovoposición la realiza en los brotes.

b. Barrenador de tallos (*Diatraea spp.*) Atacan en estadio larvario, son de color blanquecino a crema y después cambian de color a verde; alcanza 4-5 mm de largo, en estado de adulto es una polilla de coloración negro brillante con 4.5 mm de expansión alar.

c. Minador de hojas (*Lyriomyza sp.*) En etapa larvario posee una coloración verde y en los siguientes estadios son de color rojo vinoso, de adulto es una polilla de color anaranjado.

d. Comedor de hojas (*Spodoptera exigua*) Es una larva que mide entre 7 a 8 mm de largo, de joven presenta coloración verde claro con hileras de manchas amarillas en el dorso, rodeada de una franja irregular de color marrón oscuro, mientras que de adulto es una mariposa con tres colores predominantes: crema, marrón y rosado.

2.3. Definición de términos básicos

Interacción entre cultivos:

Se define como todas aquellas interrelaciones de organismos o plantas que surgen como producto de tener algo en común, por ejemplo: pertenecer a una misma comunidad (Durán, 2015).

Cultivar:

En Agronomía se entiende como una variedad de planta cultivada, obtenida con mejora genética y en la cual se identifica un genotipo particular, aislado artificialmente con selección masiva o selección individual, cuyas características son fijas y repetibles con propagación gámica durante al menos 3-4 generaciones. (Un Mundo Ecosostenible, 2023).

Nivel de fertilización:

En Agronomía se entiende a la riqueza, graduación, análisis o concentración de un producto en específico (Técnico Agrícola, 2014).

Abono:

Es una sustancia que puede ser inorgánica u orgánica y que se utiliza para incrementar la calidad del suelo y brindar nutrientes a los cultivos y las plantaciones. El estiércol y el guano, por ejemplo, son abonos naturales (Pérez, 2022).

Siega de forraje:

El término siega hace referencia a un corte limpio del forraje que facilite el rebrote de la hierba. (Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino, 2008).

 Rendimiento forrajero:

Es la relación de la producción total de un cierto cultivo cosechado por hectárea de terreno utilizada. Se mide usualmente en toneladas métricas por hectárea (Campos, 2018).

 Forraje:

Se denomina así a las hierbas, pastos verdes o secos y, por extensión, diversas plantas u órganos vegetales que se emplean para alimentar los animales domésticos (SENASA, 2015)

 Materia Seca:

Es la parte que resta de un material tras extraer toda el agua posible a través de un calentamiento hecho en condiciones de laboratorio (Certified Organic, 2020).

 Materia fresca:

Peso de una muestra, incluido el del agua que contiene (Real Academia de Ingeniería, s.f.).

 Proteína:

Son moléculas grandes y complejas que desempeñan muchas funciones críticas en el cuerpo humano. Son necesarias para la estructura, función y regulación de los tejidos y órganos del cuerpo humano (Medline Plus, 2021).

3.2. Materiales

3.2.1. Material Biológico:

 Accesiones de chago del Banco de Germoplasma del INIA – Subdirección de Recursos Genéticos de la EEA.BI.

- Acceso de forraje púrpura: PER1002352.
- Acceso de forraje verde: PER1002340.

3.2.2. Material no biológico

- Pico.
- Palana.
- Tijera Podadora.
- Cuaderno de campo.
- Lápiz.
- Borrador.
- Lapicero.
- Plumón.
- Wincha.
- Cuchillo.
- Navaja.
- Bolsas de papel kraft.
- Balanza.
- Cámara fotográfica.
- Estufa.
- Computadora.
- Memoria Usb.
- Abono orgánico (guano de isla).
- Estacas.
- Rastrillo.
- Machete.
- Carretilla.
- Cinta métrica.
- Etiquetas.
- Espectrómetro.

3.3. Diseño Experimental

En la presente investigación se utilizó el diseño de bloques completos al azar (DBCA), se estableció 15 plantas en 3 surcos para cada tratamiento de los 3 bloques, con un total de 8 tratamientos por bloque, haciendo un total de 24 tratamientos; y a su vez, un total de 360 plantas, de las cuales 180 fueron de forraje púrpura y 180 de forraje verde. El abonamiento se realizó a la siembra y los cortes a los 4 y 8 meses después de la siembra. Y, por último, tuvo un distanciamiento de 0.90 metros cada surco x 0.50 metros cada planta.

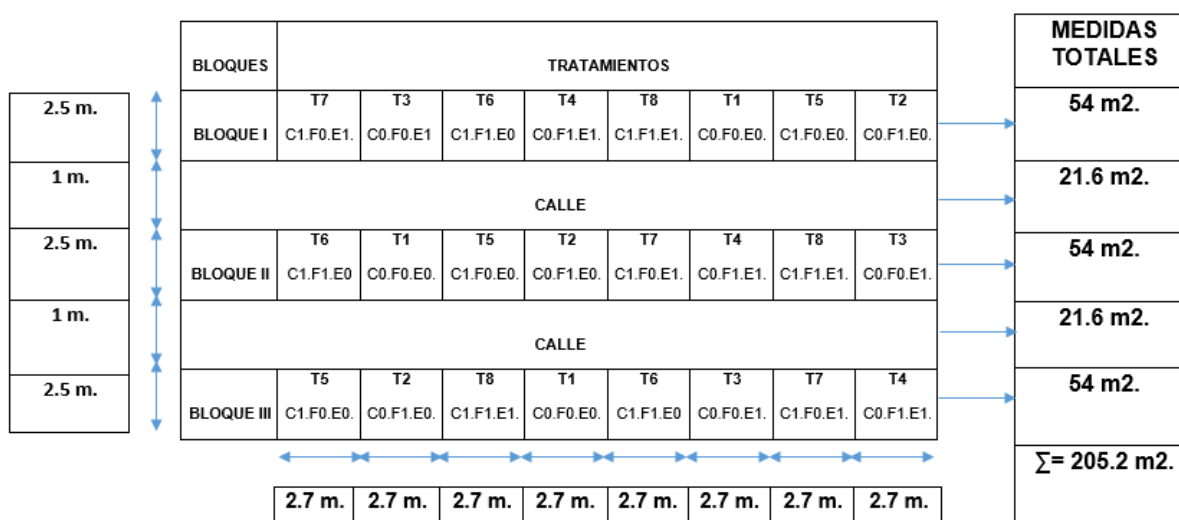
Tabla 1

Factores, niveles y tratamientos de estudio:

Factores	Niveles	Tratamientos
Cultivar	C0: púrpura	T1: C0.F0.E0
		T2: C0.F1.E0
Fertilización (guano de isla)	C1: verde	T3: C0.F0.E1
		T4: C0.F1.E1
	F0: 0 t ha ⁻¹	T5: C1.F0.E0
	F1: 1 t ha ⁻¹	T6: C1.F1.E0
Época de corte	E0: corte al cuarto mes	T7: C1.F0.E1
	E1: corte al octavo mes	T8: C1.F1.E1

Figura 2

Distribución del experimento en campo.



RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL EXPERIMENTO EN CAMPO

Bloques = 3.

Tratamientos por bloque = 8.

Surcos por tratamiento = 3.

Plantas por surco = 5.

Número de plantas de cultivar verde (C1) = 180.

Número de plantas de cultivar púrpura (C0) = 180.

Número de plantas totales: 360.

Ancho de cada tratamiento = 5 plantas * 0.50 m de separación = 2.5 metros de ancho.

Largo de cada tratamiento = 3 surcos * 0.90 m de separación = 2.7 metros de largo.

Área de cada tratamiento = 6.75 m².

Área de cada bloque = Área de cada tratamiento * 8 tratamientos = 54 m².

Área total sembrada = Área de cada tratamiento * 8 tratamientos * 3 bloques = 162 m².

Ancho total = 2.5 m + 1 m + 2.5 m + 1 m + 2.5 = 9.5 m.

Largo total = 2.7 m de cada tratamiento * 8 tratamientos = 21.6 m.

Ancho de la calle = 1 m.

Área total de calle 1 = 1 m * 21.6 m = 21.6 m².

Área total de calle 2 = 1 m * 21.6 m = 21.6 m².

Área total del experimento = 21.6 m * 9.5 m = 205.2 m².

3.4. Metodología

3.4.1. Muestreo y análisis del suelo

En primer lugar, este proyecto se desarrolló identificando y delimitando el área de estudio en el Anexo Experimental Cochamarca. Luego, se tomaron muestras de suelo al azar utilizando un barreno muestreador, las cuales se mezclaron para obtener una muestra homogénea de 1 kg. Esta muestra se colocó en una bolsa de plástico, se etiquetó adecuadamente y, posteriormente, se envió al laboratorio de suelos de INIA Baños del Inca para su análisis correspondiente.

Tabla 2*Análisis del suelo del área de estudio*

P (ppm)	K (ppm)	pH	M.O. %	C.E. dS/M	SALINIDAD
9.07	305.0	6.5	4.12	0.68	0.09

*Fuente: Laboratorio de suelos de INIA Baños del Inca (2023).***Tabla 3***Interpretación del análisis obtenido*

Fósforo (P)	MEDIO
Potasio (K)	MEDIO
pH (reacción)	LIGERAMENTE ÁCIDO
Materia Orgánica (M.O.)	ALTO
Salinidad	BAJO

Fuente: Laboratorio de suelos de INIA Baños del Inca (2023).

3.4.2. Conducción del experimento

❖ Preparación del terreno en Cochamarca.

Esta labor se llevó a cabo el 18 de octubre del 2023 e incluyó aradas y rastradas a una profundidad de 30 a 40 cm para remover adecuadamente el suelo. Luego, se procedió a surcar.

❖ Selección y sembrado adecuado de las semillas de chago.

La selección de 180 semillas de chago con forraje púrpura y 180 semillas de chago con forraje verde se llevó a cabo el 20 de octubre de 2023. Ese mismo día, todas las semillas fueron tratadas con un fungicida agrícola llamado VITAVAX-300. Finalmente, el sembrado de las semillas de chago se realizó el 25 de octubre del 2023.

❖ Abonamiento de los cultivos de chago.

El abonamiento se realizó el 25 de octubre del 2023, inmediatamente después de haber sembrado las semillas de chago.

❖ **Riego.**

El riego se realizó por gravedad en la época seca tres veces por semana y en la época lluviosa no se realizó.

❖ **Deshierbos.**

El deshierbo de las plantas que no son de nuestro interés se realizó de manera manual para no dañar el cultivo de chago. Se realizaron tres deshierbos: el primero a los dos meses de instalado el cultivo, el segundo a los cuatro meses y el tercero a los seis meses.

❖ **Resultados de número de tallos.**

El conteo de número de tallos de los tratamientos T1, T2, T5 y T6 se lo realizó el 24 de febrero del 2024.

El conteo de número de tallos de los tratamientos T3, T4, T7 y T8 se lo realizó el 24 de junio del 2024.

❖ **Resultados de altura de planta.**

Los resultados de altura de planta de los tratamientos T1, T2, T5 y T6 fueron obtenidos el 24 de febrero del 2024.

Los resultados de altura de planta de los tratamientos T3, T4, T7 y T8 fueron obtenidos el 24 de junio del 2024.

❖ **Cortes a los cultivares de chago.**

El corte se realizó a los tratamientos T1, T2, T5 y T6, cuatro meses después de haber sido sembrados, es decir, el 25 de febrero del 2024.

El corte se realizó a los tratamientos T3, T4, T7 y T8, ocho meses después de haber sido sembrados, es decir el 25 de junio del 2024.

❖ **Resultados de peso fresco**

Los resultados de peso fresco de los tratamientos T1, T2, T5 y T6 fueron obtenidos el 26 de febrero del 2024.

Los resultados de peso fresco de los tratamientos T3, T4, T7 y T8 fueron obtenidos el 26 de junio del 2024.

❖ **Resultados de peso seco**

Los resultados de peso seco de los tratamientos T1, T2, T5 y T6 fueron obtenidos el 27 de febrero del 2024.

Los resultados de peso seco de los tratamientos T3, T4, T7 y T8 fueron obtenidos el 27 de junio del 2024.

❖ **Resultados de rendimiento de raíz**

Los resultados de rendimiento de raíz de todos los tratamientos fueron obtenidos el 26 de junio del 2024.

❖ **Resultados de contenido de clorofila.**

Los resultados de contenido de clorofila de todos los tratamientos fueron obtenidos el 24 de junio del 2024.

❖ **Resultados de materia seca**

Los resultados de materia seca de los tratamientos T1, T2, T5 y T6 fueron obtenidos el 28 de febrero del 2024.

Los resultados de materia seca de los tratamientos T3, T4, T7 y T8 fueron obtenidos el 28 de junio del 2024.

❖ **Resultados de contenido de proteína**

Los resultados de contenido de proteína de todos los tratamientos fueron obtenidos el 16 de agosto del 2024.

3.4.3. Modelo estadístico lineal

- Se utilizó la factorial 2x2x2 en un DBCA, con una prueba de comparación múltiple y se hizo uso de la prueba de rango múltiple DMS al 5% y 1%.

$$Y_{ijkl} = \mu + \rho_i + \alpha_j + \beta_k + (\alpha\beta)_{jk} + \gamma_l + (\alpha\gamma)_{jl} + (\beta\gamma)_{kl} + (\alpha\beta\gamma)_{jkl} + \varepsilon_{ijkl} \begin{cases} i = 1, \dots, r \\ j = 1, \dots, a \\ k = 1, \dots, b \\ l = 1, \dots, c \end{cases}$$

Donde:

μ = verdadero efecto medio

ρ_i = verdadero efecto del i-ésimo bloque.

α_j = verdadero efecto del j-ésimo nivel del factor a.

β_k = verdadero efecto del k-ésimo nivel del factor b.

γ_l = verdadero efecto del l-ésimo nivel del factor c.

$(\alpha\beta)_{jk}$ = verdadero efecto del j-ésimo nivel del factor a con el k-ésimo nivel de b.

$(\alpha\gamma)_{jl}$ = verdadero efecto del j-ésimo nivel del factor a con el l-ésimo nivel del factor c.

$(\beta\gamma)_{kl}$ = verdadero efecto del k-ésimo nivel del factor b con el l-ésimo nivel del factor c.

$(\alpha\beta\gamma)_{jkl}$ = verdadero efecto del j-ésimo nivel del factor a con el k-ésimo nivel del factor b y l-ésimo nivel del factor c.

ε_{ijkl} = error experimental.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Evaluación del número de tallos de plantas de chago.

Según el análisis de varianza (Tabla 4), se observan los siguientes resultados: En relación al cultivar (C), el valor F es 7.06 y el valor p es 0.0188, lo cual es menor que 0.05, por lo que se concluye que el cultivar tiene un efecto significativo sobre el número de tallos. Respecto a la fertilización (F), el valor F es 0.13 y el valor p es 0.7285, mucho mayor que 0.05, lo que sugiere que la fertilización no tiene un efecto significativo. En cuanto a la época de corte (E), el valor F es 4.87 y el valor p es 0.0446, menor que 0.05, lo que indica que la época de corte tiene un efecto significativo. Las interacciones entre los factores (CF, CE, FE, CF*E) presentan valores de F muy bajos y valores p elevados, lo que señala que estas interacciones no son significativas. El valor de R^2 es 55%, lo que indica que la variabilidad en el número de tallos de las plantas de chago se explica por el modelo. El coeficiente de variación (CV) es de 14.22%, lo que refleja una baja dispersión entre las muestras tomadas. Finalmente, el valor medio estimado de la variable dependiente, es decir, el número de tallos de las plantas de chago, es 7.86.

Tabla 4

Análisis de varianza (ANOVA) para el número de tallos de plantas de chago.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	F _{tab.}		Pr > F
					0.05	0.01	
REP	2	0.68708	0.34354	2.22 ns	3.74	6.51	0.1458
CULTIVAR (C)	1	1.09342	1.09342	7.06 *	4.60	8.86	0.0188
FERTILIZACIÓN (F)	1	0.01944	0.01944	0.13 ns	4.60	8.86	0.7285
ÉPOCA DE CORTE (E)	1	0.75443	0.75444	4.87 *	4.60	8.86	0.0446
C*F	1	0.07166	0.07166	0.46 ns	4.60	8.86	0.5076
C*E	1	0.00002	0.00003	0.00 ns	4.60	8.86	0.9893
F*E	1	0.00644	0.00645	0.04 ns	4.60	8.86	0.8413
C*F*E	1	0.00531	0.00532	0.03 ns	4.60	8.86	0.8557
Error	14	2.16971	0.15498				
Total	23	4.807552					

ns= no significativo; * = significativo al 5%. $R^2 = 55\%$ $CV = 14.22\%$ $\bar{y}_{....} = 7.86$

La tabla 5 presenta el número de tallos por planta, donde se observa que el promedio de tallos en el cultivar C1 es superior al de C0, lo que indica que el cultivar C1 tiene un promedio más alto en cuanto al número de tallos por planta. Además, el promedio de tallos en E1 es significativamente mayor que en E0, lo que sugiere que la época de corte tiene un impacto importante sobre el número de tallos por planta. En cuanto al cultivar (C), los promedios de C1 (9.00) y C0 (6.71) son significativamente diferentes, ya que la diferencia entre ambos ($9.00 - 6.71 = 2.29$) supera el valor del dms de 1.98. Además, C1 tiene la letra "a" y C0 tiene la letra "b", lo que confirma que la diferencia es estadísticamente significativa. Respecto a la época de corte (E), la diferencia entre E1 (8.91) y E0 (6.80) es de 2.11, también mayor que el dms de 1.98, lo que indica que las dos épocas de corte son significativamente diferentes. Por otro lado, en relación con la fertilización (F), la diferencia entre F1 (8.03) y F0 (7.68) es de solo 0.35, lo cual es menor que el dms de 1.98, por lo que no se considera significativa. Los promedios de fertilización no presentan una diferencia estadística relevante, lo que indica que no existen diferencias significativas entre ellos. En conclusión, se puede afirmar que el cultivar y la época de corte son factores relevantes que afectan el número de tallos por planta, mientras que la fertilización no muestra un efecto significativo.

Tabla 5

Promedios de los factores en estudio para número de tallos. Los factores que muestran significancia: C (cultivar) y E (época de corte).

Factor C (CULTIVAR)		Factor F (FERTILIZACIÓN)		Factor E (ÉPOCA DE CORTE)	
Niveles	Promedio Des std	Niveles	Promedio Des std	Niveles	Promedio Des std
C ₁	9.00 ± 2.19 a	F ₁	8.03 ± 2.72	E ₁	8.91 ± 2.99 a
C ₀	6.71 ± 2.52 b	F ₀	7.68 ± 2.56	E ₀	6.80 ± 1.62 b

DMS=1.98

DMS=1.98

LEYENDA DE LOS NIVELES ESTUDIADOS:

C1= Cultivar verde.

F1= Fertilización con 1 t/ha.

E1= Corte a los ocho meses.

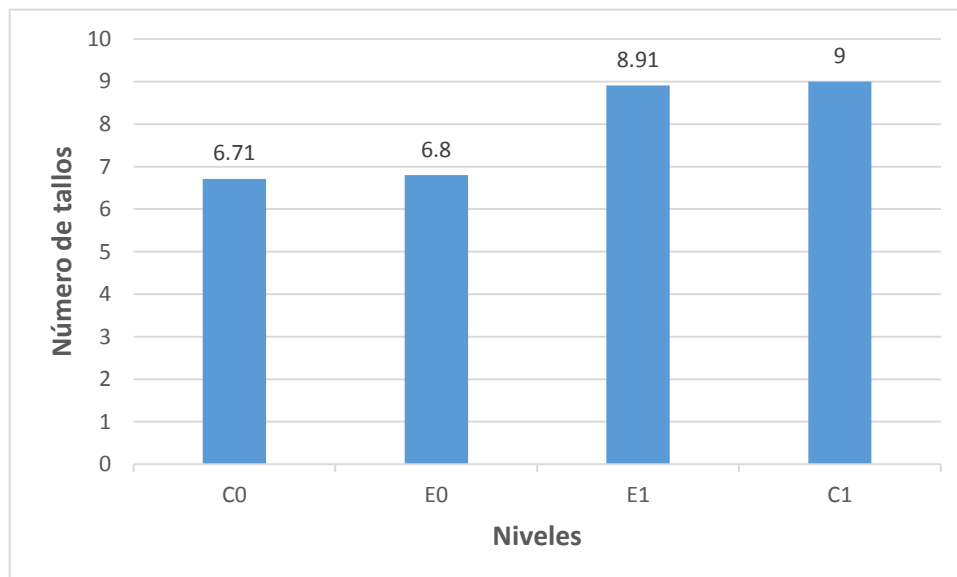
C0= Cultivar púrpura.

F0= Fertilización con 0 t/ha.

E0= Corte a los cuatro meses.

Figura 3

Promedios del número de tallos de plantas de chago del cultivar púrpura (C0), de la época de corte a los 4 meses (E0), de la época de corte a los 8 meses (E1) y del cultivar verde (C1).



Los resultados muestran que el cultivar verde (C1) presenta un mayor número de tallos en promedio en comparación con el cultivar púrpura (C0). Este aspecto es importante, ya que el número de tallos es un factor clave en el rendimiento forrajero, ya que influye directamente en la calidad y cantidad de la producción. Un número adecuado de tallos es indicativo de un buen desarrollo vegetativo, lo que está relacionado con una mayor capacidad fotosintética de la planta, y, por ende, con un mejor rendimiento general (Hernández et al., 2019). Además, el número de tallos impacta directamente en la densidad de la planta, lo que determina la cantidad total de forraje que se puede cosechar, un aspecto fundamental para alimentar animales y mejorar la rentabilidad de la producción agrícola (Robles et al., 2017).

Los resultados obtenidos en comparación con el trabajo de Luna et al. (2017), titulado “Evaluación del rendimiento de materia seca y sus componentes en germoplasma de alfalfa (*Medicago sativa* L.)”, muestran que la única diferencia significativa es con la población de alfalfa San Miguel. En dicho trabajo, se reporta que la población de alfalfa San Miguel obtuvo el mayor promedio con 23 tallos, mientras que la población Oaxaca presentó el menor promedio con 7. Por otro lado, en el trabajo de Noli, C. (2004), titulado “Influencia de estiércol en el establecimiento de pasturas”, se observa que la especie de alfalfa Moapa, en el tratamiento 9, presentó el mayor número de tallos con un total de 8, mientras que en el tratamiento 3 se

registró el menor número, con un total de 7. En comparación con el promedio de tallos del cultivar verde (C1), que es 9, se puede concluir que no existen diferencias significativas entre los resultados, y el promedio de tallos es aceptable.

4.2. Evaluación de la altura de plantas de chago.

Según el análisis de varianza (Tabla 6), los resultados muestran lo siguiente: la replicación (REP) no tiene un efecto significativo sobre la altura de las plantas de chago, con un valor F de 0.59 y un valor p de 0.5659, lo que indica que el factor de replicación no influye de manera significativa (valor $p > 0.05$). De manera similar, el tipo de cultivar (C) tampoco muestra un efecto relevante, con un F de 0.32 y un valor p de 0.5777 (valor $p > 0.05$). La fertilización (F) también carece de un efecto significativo en la altura de las plantas, dado que el valor F es 0.08 y el valor p es 0.7786 (valor $p > 0.05$). En contraste, la época de corte (E) tiene un efecto altamente significativo, con un F de 23.49 y un valor p de 0.0003 (valor $p < 0.01$), lo que sugiere que la altura de las plantas varía considerablemente dependiendo de la época en la que se realice el corte. En cuanto a las interacciones, todas las combinaciones de factores fueron no significativas: cultivar * fertilización (CF) con $F = 0.0$ y $p = 0.9561$; cultivar * época de corte (CE) con $F = 0.94$ y $p = 0.3476$; fertilización * época de corte (F*E) con $F = 0.42$ y $p = 0.5268$; y cultivar * fertilización * época de corte (CFE) con $F = 0.01$ y $p = 0.9201$, todas con valores p superiores a 0.05, lo que indica que las interacciones entre estos factores no tienen un efecto significativo sobre la altura de las plantas. El valor de R^2 es 65%, lo que significa que la variabilidad en la altura de las plantas de chago puede ser explicada por el modelo, lo cual es una proporción considerable. Por otro lado, el coeficiente de variación (CV) es de 23.62%, lo que refleja una dispersión moderada de los datos en relación con la media, indicando que, aunque los datos son algo variables, no presentan una variabilidad extrema. Finalmente, la media de las alturas de las plantas en el estudio es de 52.45 cm.

Tabla 6*Análisis de varianza (ANOVA) para altura de plantas de chago.*

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	F _{tab.}		Pr > F
					0.05	0.01	
REP	2	182.28	91.09	0.59	3.74	6.51	0.5659
CULTIVAR (C)	1	49.88	49.88	0.32	4.60	8.86	0.5777
FERTILIZACIÓN (F)	1	12.61	12.61	0.08	4.60	8.86	0.7786
ÉPOCA DE CORTE (E)	1	3606.40	3606.40	23.49*	4.60	8.86	0.0003
C*F	1	0.48	0.48	0.0	4.60	8.86	0.9561
C*E	1	145.04	145.04	0.94	4.60	8.86	0.3476
F*E	1	64.68	64.68	0.42	4.60	8.86	0.5268
C*F*E	1	1.60	1.60	0.01	4.60	8.86	0.9201
Error	14	2149.72	153.55				
Total	23	6212.59					

ns= no significativo; * = significativo al 5%. $R^2 = 65\%$ $CV = 23.62\%$ $\bar{y}_{....} = 52.45$ cm

La tabla 7 presenta la altura de plantas de chago, donde se observa que en el factor cultivar los niveles C1 y C0 presentan promedios de altura similares (53.9 cm y 51.1 cm, respectivamente), con desviaciones estándar de 19.49 y 13.42. Esto sugiere que hay una variabilidad moderada dentro de cada nivel, pero la diferencia en los promedios no es lo suficientemente grande como para que sea estadísticamente significativa según el criterio de la prueba de DLS. En resumen, el cultivar no parece tener un impacto significativo sobre la altura de las plantas. En el factor fertilización se observa que, los niveles F1 y F0 también muestran promedios cercanos (53.18 cm y 51.73 cm), con desviaciones estándar de 14.29 y 18.95, lo que indica una variabilidad considerable dentro de cada nivel. La diferencia entre las medias es pequeña y las desviaciones estándar son altas, lo que sugiere que la fertilización no tiene un efecto significativo en la altura de las plantas de chago. En el factor época de corte se observa que, en contraste con los factores anteriores, la época de corte (E) presenta una diferencia significativa entre los niveles E1 y E0. E1 tiene un promedio de 64.72 cm con una desviación estándar de ± 12.79 , mientras que E0 tiene un promedio de 40.20 cm con una desviación estándar de ± 8.70 . La diferencia de 24.52 cm entre ambos promedios supera la DMS de 10.85, lo que confirma que la época de corte es un factor significativo en la altura de las plantas de chago.

Tabla 7

Promedios de los factores en estudio para altura de plantas. El factor que muestra significancia: E (época de corte).

Factor C (CULTIVAR)		Factor F (FERTILIZACIÓN)		Factor E (ÉPOCA DE CORTE)	
Niveles	Promedio Des std	Niveles	Promedio Des std	Niveles	Promedio Des std
C ₁	53.9 ± 19.49	F ₁	53.18 ± 14.29	E ₁	64.72 ± 12.79 a
C ₀	51.1 ± 13.42	F ₀	51.73 ± 18.95	E ₀	40.20 ± 8.70 b

DMS=10.85

LEYENDA DE LOS NIVELES ESTUDIADOS:

C1= Cultivar verde.

F1= Fertilización con 1 t/ha.

E1= Corte a los ocho meses.

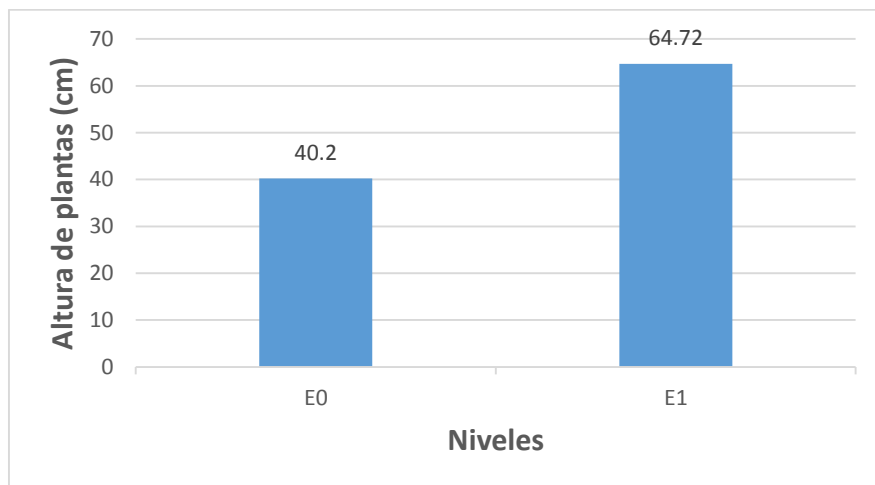
C0= Cultivar púrpura.

F0= Fertilización con 0 t/ha.

E0= Corte a los cuatro meses.

Figura 4

Promedios de la altura de plantas de chago con época de corte a los cuatro meses (E0) y a los ocho meses (E1).



Los resultados muestran que la época de corte a los ocho meses (E1) presenta una mayor altura de plantas en promedio, en comparación con la época de corte a los cuatro meses (E0). Este aspecto es importante, ya que influye directamente en el rendimiento forrajero. La altura de las plantas tiene un impacto significativo en el rendimiento de biomasa, lo que determina la cantidad de forraje disponible para el ganado. Un crecimiento adecuado y controlado garantiza que se produzca suficiente material para alimentar a los animales sin comprometer la salud del ecosistema del pastizal. Además, cuando las plantas forrajeras alcanzan una altura óptima, suelen tener un mejor equilibrio entre fibra, proteínas y carbohidratos, lo cual es esencial para

la nutrición animal. A medida que las plantas crecen, la fibra aumenta, pero la cantidad de proteína disminuye, lo que puede afectar la calidad del forraje. Si las plantas se desarrollan demasiado, pueden volverse menos digestibles y perder valor nutricional, tal como se indica en estudios previos (Bohn et al., 2009).

Los resultados obtenidos en este estudio, al compararlos con los de la investigación titulada “Variabilidad morfológica y evaluación agronómica de maukas (*Mirabilis expansa* Ruiz & Pav.) Standley del norte peruano”, muestran que, en dicha investigación, se reportó una altura mínima de 31.5 cm y una altura máxima de 103 cm. En nuestro caso, la altura mínima fue de 40.2 cm y la máxima de 64.72 cm. Estos resultados nos permiten concluir que, los datos obtenidos de altura de plantas de chago en nuestro experimento se encuentran dentro de un rango aceptable.

4.3. Evaluación del peso fresco de plantas de chago.

Según el análisis de varianza (Tabla 8), los resultados obtenidos muestran lo siguiente: Repeticiones: El valor de F es 6.17, lo cual es significativo ya que supera el valor de F_{tab} (3.74 para un nivel de significancia de 0.05). Esto indica que las repeticiones tienen un efecto estadísticamente significativo sobre el peso fresco de las plantas, por lo que se debe considerar este factor en los resultados. Cultivar: El efecto del cultivar es altamente significativo, con un valor de F de 24.54, que es mayor que el valor de F_{tab} para ambos niveles de significancia. Esto sugiere que los diferentes cultivares tienen un impacto importante en el peso fresco de las plantas y es uno de los factores más relevantes en este estudio. Fertilización: El valor de F es 0.02, lo que es muy bajo y no significativo, ya que el valor de F_{tab} es considerablemente mayor (4.60 a un nivel de significancia de 0.05). Esto indica que la fertilización no tiene un efecto estadísticamente relevante sobre el peso fresco de las plantas en este caso. Época de corte: Similar a la fertilización, el efecto de la época de corte tampoco es significativo, con un valor de F de 0.16, mucho más bajo que el valor de F_{tab} . Esto sugiere que la época de corte no tiene un impacto considerable en el peso fresco de las plantas en este estudio. Interacciones: Ninguna de las interacciones entre los factores (cultivar, fertilización y época de corte) es significativa. Esto indica que no existe una interacción relevante entre estos factores que influya en el peso fresco de las plantas. Por último, El valor de R^2 es 74%, lo que significa que la variabilidad en el peso fresco de las plantas se explica por los factores incluidos en el modelo. Este valor indica un buen ajuste del modelo a los datos. Además, el coeficiente de variación (CV) es de 10.57%, lo que señala que la dispersión en los datos es baja. Y el promedio es de 488.84 g.

Tabla 8

Análisis de varianza (ANOVA) para el peso fresco de plantas de chago.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	F _{Tab.}		Pr > F
					0.05	0.01	
REP	2	33014.8933	16507.4466	6.17 *	3.74	6.51	0.0120
CULTIVAR (C)	1	65626.0416	65626.0416	24.54 **	4.60	8.86	0.0002
FERTILIZACIÓN (F)	1	45.3750	45.3750	0.02 ns	4.60	8.86	0.8982
ÉPOCA DE CORTE (E)	1	425.0416	425.0416	0.16 ns	4.60	8.86	0.6961
C*F	1	3451.2016	3451.2016	1.29 ns	4.60	8.86	0.2750
C*E	1	298.2150	298.2150	0.11 ns	4.60	8.86	0.7434
F*E	1	4598.2016	4598.2016	1.72 ns	4.60	8.86	0.2108
C*F*E	1	1107.0416	1107.0416	0.41 ns	4.60	8.86	0.5303
Error	14	37432.5467	2673.7533				
Total	23	145998.5583					

*= Significativo al 5%; **= Significativo al 1%; ns= no significativo $R^2 = 74\%$ $CV = 10.57\%$
 $\bar{y}_{....} = 488.84$ g

En la tabla 9, se observa lo siguiente: Cultivar C1 vs C0: El cultivar C1 tiene un promedio de peso fresco de 541.13, considerablemente mayor que el promedio de C0, que es 436.55. Además, C1 presenta una desviación estándar más alta (65.71) en comparación con C0 (54.66), lo que indica que los datos para C1 son más dispersos. Esto sugiere que el cultivar C1 tiene un efecto positivo sobre el peso fresco de las plantas, con un mayor promedio en comparación con C0. Sin embargo, la mayor variabilidad en C1 podría indicar que los resultados para este cultivar son más inconsistentes. Fertilización (F): Los promedios para los tratamientos F1 (490.22) y F0 (487.47) son bastante similares, con una diferencia mínima de solo 2.75. Sin embargo, la desviación estándar de F1 (95.40) es significativamente mayor que la de F0 (64.55), lo que sugiere que los resultados en F1 son más variables. A pesar de esta mayor variabilidad, la diferencia en los promedios es pequeña y no coincide con la falta de significancia estadística en el análisis de varianza (donde la fertilización no fue significativa). Esto indica que la fertilización no tiene un impacto claro sobre el peso fresco de las plantas. DMS (Diferencia Mínima Significativa): El valor de DMS es 45.27, lo que nos sirve como referencia para comparar las diferencias entre los promedios de los niveles de cada factor. Para

determinar si la diferencia entre dos promedios es significativa, se compara la diferencia con el valor de DMS. En el caso de C1 y C0, la diferencia entre sus promedios es de 104.58, que es mucho mayor que 45.27, lo que indica que esta diferencia es estadísticamente significativa. Esto está en línea con el análisis de varianza, que destacó que el cultivar tiene un efecto significativo en el peso fresco de las plantas.

Tabla 9

Promedios de los factores en estudio para peso fresco. El factor que muestra significancia: C (cultivar).

Factor C (CULTIVAR)		Factor F (FERTILIZACIÓN)		Factor E (ÉPOCA DE CORTE)	
Niveles	Promedio Des std	Niveles	Promedio Des std	Niveles	Promedio Des std
C ₁	541.13 ± 65.71	F ₁	490.22 ± 95.40	E ₁	493.05 ± 79.62
C ₀	436.55 ± 5466	F ₀	487.47 ± 64.55	E ₀	484.63 ± 83.02

DMS= 45.27

LEYENDA DE LOS NIVELES ESTUDIADOS:

C1= Cultivar verde.

F1= Fertilización con 1 t/ha.

E1= Corte a los ocho meses.

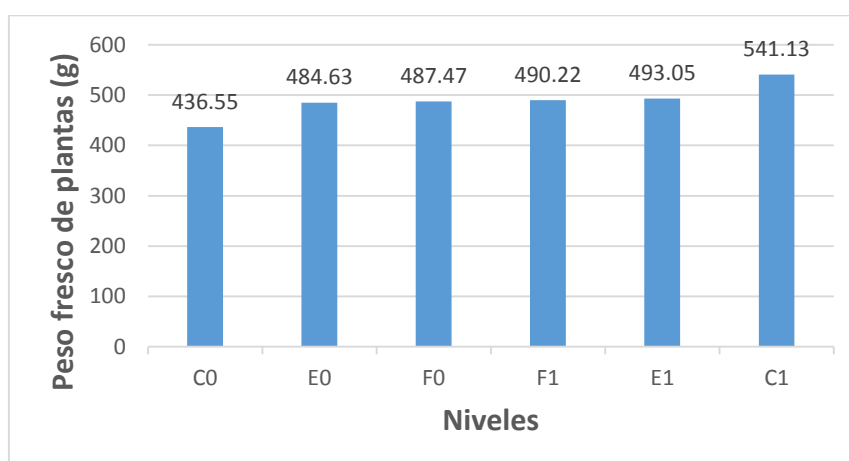
C0= Cultivar púrpura.

F0= Fertilización con 0 t/ha.

E0= Corte a los cuatro meses.

Figura 5

Promedios del peso fresco de plantas de chago.



LEYENDA DE LOS NIVELES ESTUDIADOS:

C1= Cultivar verde.

F1= Fertilización con 1 t/ha.

E1= Corte a los ocho meses.

C0= Cultivar púrpura.

F0= Fertilización con 0 t/ha.

E0= Corte a los cuatro meses.

Los resultados muestran que el cultivar verde (C1) presentó el promedio más alto en el peso fresco de las plantas de chago. Este indicador de producción de biomasa es clave, ya que el peso fresco refleja la cantidad total de materia vegetal disponible en un área de pastoreo en un momento determinado. Un peso fresco elevado indica un alto rendimiento de biomasa, lo que es fundamental para garantizar que haya suficiente forraje durante todo el período de pastoreo. Aunque el peso fresco no mide directamente la calidad nutricional, las plantas con mayor peso fresco suelen tener una mejor relación de nutrientes disponibles, como proteínas y carbohidratos, especialmente en fases de crecimiento activo. Además, estas plantas tienden a tener una mayor cantidad de hojas, que son las partes más nutritivas y beneficiosas para los animales (Hernández, E.A., & García, M.T., 2022).

Los resultados obtenidos en este estudio, al compararlos con los de la investigación titulada “La Agronomía de Mauka (*Mirabilis expansa* (Ruíz & Pav.) Standl.) - Una revisión”, indican que en dicha investigación se reportó un rango de follaje verde que varió entre $1.6 \pm 0,6$ kg/planta. En nuestro caso, los mayores promedios en peso fresco fueron de 0.54113 kg/planta y 0.49305 kg/planta. Estos resultados nos permiten concluir que los datos obtenidos en nuestro experimento para el peso fresco del follaje verde de las plantas de chago se encuentran dentro de un rango aceptable.

4.4. Evaluación del peso seco de plantas de chago.

Según el análisis de varianza (Tabla 10), se observaron los resultados del análisis de los factores que afectan el peso seco de las plantas. El cultivar (C) es el único factor que tiene una diferencia significativa en este aspecto ($p = 0.0016$), lo que indica que el tipo de cultivar influye de manera importante en el peso seco. Por otro lado, los factores de fertilización (F), época de corte (E), y las interacciones entre estos factores (CF, CE, FE, CF*E) no tienen un impacto significativo ($p > 0.05$) sobre el peso seco de las plantas. El valor de R^2 es 63 % lo que indica que la variabilidad en el peso seco puede explicarse por los factores y sus interacciones estudiadas. Además, el coeficiente de variación (CV) = 17.50% sugiere una variabilidad baja en las mediciones del peso seco. Y el promedio es de 69.71 g.

Tabla 10*Análisis de varianza (ANOVA) para peso seco de plantas de chago.*

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	F_{tab.} 0.05 0.01		Pr > F
REP	2	890.8042	445.4021	2.99 ns	3.74	6.51	0.0830
CULTIVAR (C)	1	2276.4328	2276.4328	15.28 **	4.60	8.86	0.0016
FERTILIZACIÓN (F)	1	167.79881	167.7988	1.13 ns	4.60	8.86	0.3065
ÉPOCA DE CORTE (E)	1	109.8248	109.8248	0.74 ns	4.60	8.86	0.4050
C*F	1	5.8213	5.8213	0.04 ns	4.60	8.86	0.8461
C*E	1	23.5620	23.5620	0.16 ns	4.60	8.86	0.6969
F*E	1	59.4720	59.4720	0.40 ns	4.60	8.86	0.5377
C*F*E	1	4.9868	4.9868	0.03 ns	4.60	8.86	0.8575
Error	14	2085.7251	148.9803				
Total	23	5624.4279					

**= significativo al 1%; ns= no significativo $R^2 = 63\%$ $CV = 17.50\%$ $\bar{y}_{....} = 69.71$ g

La tabla 11 presenta los resultados del análisis de los factores que afectan el peso seco de las plantas, desglosados en tres factores: cultivar, fertilización y época de corte. Cultivar: C1 tiene un promedio de peso seco de 79.45 g, con una desviación estándar de ± 11.36 . C0 tiene un promedio de peso seco de 59.97 g, con una desviación estándar de ± 13.23 . Conclusión: El cultivar C1 muestra un promedio de peso seco más alto que C0, con una diferencia de 19.48 g, lo que sugiere que C1 tiene un mayor rendimiento en cuanto a peso seco. Fertilización: F1 (Con fertilización) tiene un promedio de peso seco de 72.35 g, con una desviación estándar de ± 17.53 . F0 (Sin fertilización) tiene un promedio de peso seco de 67.06 g, con una desviación estándar de ± 13.73 . Conclusión: La fertilización F1 parece ser más efectiva que F0, ya que el promedio de peso seco es 5.29 g mayor en el tratamiento con fertilización. Sin embargo, esta diferencia es menor que la observada entre los cultivares. E1: tiene un promedio de peso seco de 71.85 g, con una desviación estándar de ± 16.27 . E0 tiene un promedio de peso seco de 67.57 g, con una desviación estándar de ± 15.37 . Conclusión: El peso seco en E1 es ligeramente

superior al de E0, con una diferencia de 4.28 g. En cuanto al análisis de la diferencia mínima significativa (DMS), el valor de DMS = 10.68 indica la diferencia mínima entre dos promedios para que la diferencia sea estadísticamente significativa. Este valor se usa para comparar los promedios de cada factor: C1 vs C0: La diferencia de 19.48 g es mayor que 10.68 g, por lo que es una diferencia significativa entre los cultivares. F1 vs F0: La diferencia de 5.29 g es menor que 10.68 g, lo que indica que la diferencia entre los niveles de fertilización no es estadísticamente significativa. E1 vs E0: La diferencia de 4.28 g también es menor que 10.68 g, por lo que no hay una diferencia significativa entre las épocas de corte.

Tabla 11

Promedios de los factores en estudio para peso seco (g). El factor que muestra significancia: C (Cultivar).

Factor C (CULTIVAR)		Factor F (FERTILIZACIÓN)		Factor E (ÉPOCA DE CORTE)	
Niveles	Promedio Des std	Niveles	Promedio Des std	Niveles	Promedio Des std
C ₁	79.45 ± 11.36 a	F ₁	72.35 ± 17.53	E ₁	71.85 ± 16.27
C ₀	59.97 ± 13.23 b	F ₀	67.06 ± 13.73	E ₀	67.57 ± 15.37

DMS= 10.68

LEYENDA DE LOS NIVELES ESTUDIADOS:

C1= Cultivar verde.

F1= Fertilización con 1 t/ha.

E1= Corte a los ocho meses.

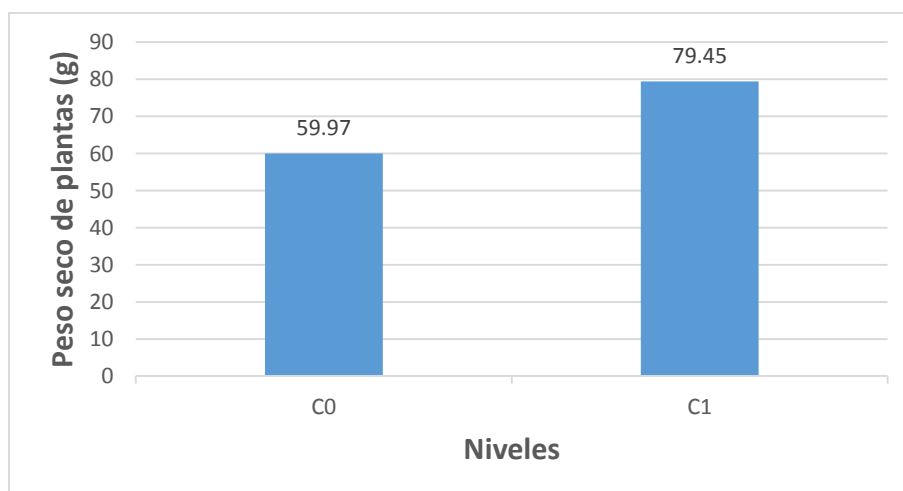
C0= Cultivar púrpura.

F0= Fertilización con 0 t/ha.

E0= Corte a los cuatro meses.

Figura 6

Promedios del peso seco de plantas de chago. Con cultivar púrpura (C0) y cultivar verde (C1).



Los resultados muestran que el cultivar verde (C1) obtuvo un mayor peso seco de las plantas de chago en comparación con el cultivar púrpura (C0). El peso seco es un indicador crucial para evaluar la calidad nutricional del forraje, ya que refleja la cantidad real de materia vegetal en las plantas sin la influencia del contenido de agua. Al eliminar el agua, se obtiene una medida más precisa del valor energético, proteico y de fibra disponible en el forraje. Este dato es especialmente relevante para el ganado, ya que los nutrientes que absorben provienen de la fracción de la planta que no contiene agua. Además, el peso seco es fundamental para determinar el rendimiento forrajero, ya que permite estimar con mayor exactitud la cantidad de forraje disponible a lo largo de la temporada. Esta información es clave para la planificación del manejo del pastizal, ya que proporciona datos sobre la cantidad de materia que se puede cosechar o consumir en un período determinado (García, R.F., & Rodríguez, M.J., 2020).

4.5. Evaluación del contenido de clorofila de plantas de chago.

Según el análisis de varianza realizado (Tabla 12), se evaluaron los efectos de diferentes factores sobre el contenido de clorofila en plantas de chago, incluyendo las replicaciones (REP), el tipo de cultivar (C), la fertilización (F), la época de corte (E) y las interacciones entre estos factores. Los resultados muestran que ninguno de los factores principales ni sus interacciones tiene un efecto estadísticamente significativo sobre el contenido de clorofila, ya que todos los valores p fueron mayores a 0.05. Específicamente, para las replicaciones (REP), el valor F fue de 0.18 con un valor p de 0.8378, lo que indica que las diferencias entre las replicaciones no afectan de manera importante el contenido de clorofila. De manera similar, el factor cultivar (C) presentó un valor F de 2.44 y un valor p de 0.1408, lo que tampoco sugiere que el tipo de cultivar tenga un impacto significativo. La fertilización (F) tuvo un valor F de 1.38 y un valor p de 0.2632, lo que indica que no hay evidencia suficiente para concluir que la fertilización influya en el contenido de clorofila. Asimismo, la época de corte (E) mostró un valor F de 0.08 y un valor p de 0.7801, lo que refuerza la conclusión de que la época de corte no tiene un efecto significativo. En cuanto a las interacciones entre los factores, ninguna presentó un valor de F significativo, ya que todos los valores p fueron superiores a 0.05, lo que sugiere que no existen interacciones significativas entre el cultivar, la fertilización y la época de corte en relación con el contenido de clorofila. Además, el coeficiente de determinación (R^2) fue de 39 %, lo que significa que la variabilidad del contenido de clorofila puede explicarse por los factores analizados, dejando el 61% de la variabilidad atribuible a factores no considerados en el estudio. El coeficiente de variación (CV) fue de 25.96%, lo que indica una moderada dispersión de los datos respecto a la media. Y el promedio es de 32.37.

Tabla 12*Análisis de varianza (ANOVA) para contenido de clorofila de plantas de chago.*

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	F _{tab.}		Pr > F
					0.05	0.01	
REP	2	25.32	2.66	0.18 ns	3.74	6.51	0.8378
CULTIVAR (C)	1	172.16	172.16	2.44 ns	4.60	8.86	0.1408
FERTILIZACIÓN (F)	1	97.28	97.28	1.38 ns	4.60	8.86	0.2632
ÉPOCA DE CORTE (E)	1	5.72	5.72	0.08 ns	4.60	8.86	0.7801
C*F	1	208.38	208.38	2.95 ns	4.60	8.86	0.1079
C*E	1	11.92	11.92	0.17 ns	4.60	8.86	0.6873
F*E	1	55.21	55.21	0.78 ns	4.60	8.86	0.3916
C*F*E	1	51.15	51.15	0.72 ns	4.60	8.86	0.4091
Error	14	988.96	70.64				
Total	23	1616.14					

ns= no significativo. $R^2 = 39\%$ $CV = 25.96\%$ $\bar{y}_{....} = 32.37$

En la tabla 13 se observaron las siguientes tendencias: Factor C (Cultivar): El cultivar C1 presentó un promedio de 35.1 ± 10.7 , mientras que C0 tuvo un promedio de 29.7 ± 4.1 . A pesar de que C1 mostró un promedio más alto en el contenido de clorofila, la desviación estándar fue mayor para C1 (10.7 frente a 4.1), lo que sugiere una mayor variabilidad en el contenido de clorofila en este grupo. Esto podría indicar que el cultivar C1 es más sensible a factores ambientales u otras variables no controladas en el estudio. Factor F (Fertilización): El nivel de fertilización F1 presentó un promedio de 34.4 ± 10.7 , mientras que F0 tuvo un promedio de 30.4 ± 4.8 . Al igual que con el cultivar, F1 mostró un promedio más alto, pero la desviación estándar fue igual para ambos niveles de fertilización (10.7 para F1 y 4.8 para F0). La mayor dispersión en el grupo F1 sugiere que, aunque la fertilización podría mejorar el contenido de clorofila en promedio, su efecto no es consistente para todos los individuos dentro del grupo. Factor E (Época de Corte): La época de corte E1 presentó un promedio de 32.9 ± 10.2 , ligeramente superior al de E0, que fue de 31.8 ± 6.4 . Aunque la diferencia en los promedios fue pequeña, la desviación estándar fue más alta en E1 (10.2 frente a 6.4), indicando una mayor variabilidad en el contenido de clorofila en este grupo. El cultivar C1 mostró un promedio de contenido de clorofila más alto que C0, pero con mayor variabilidad, lo que podría

indicar un mayor potencial de producción de clorofila en C1, pero también una mayor sensibilidad a las condiciones experimentales. El nivel de fertilización F1 presentó un promedio más alto que F0, pero también mostró mayor variabilidad, lo que sugiere que la fertilización tiene un efecto positivo en el contenido de clorofila, aunque no de manera consistente en todas las plantas. Por último, la época de corte E1 presentó un promedio ligeramente superior al de E0, pero la diferencia fue pequeña y la mayor desviación estándar en E1 indicó mayor variabilidad en este grupo.

Tabla 13

Promedios de los factores en estudio para contenido de clorofila (ADPS).

Factor C (CULTIVAR)		Factor F (FERTILIZACIÓN)		Factor E (ÉPOCA DE CORTE)	
Niveles	Promedio Des std	Niveles	Promedio Des std	Niveles	Promedio Des std
C ₁	35.1 ± 10.7	F ₁	34.4 ± 10.7	E ₁	32.9 ± 10.2
C ₀	29.7 ± 4.1	F ₀	30.4 ± 4.8	E ₀	31.8 ± 6.4

LEYENDA DE LOS NIVELES ESTUDIADOS:

C1= Cultivar verde.

F1= Fertilización con 1 t/ha.

E1= Corte a los ocho meses.

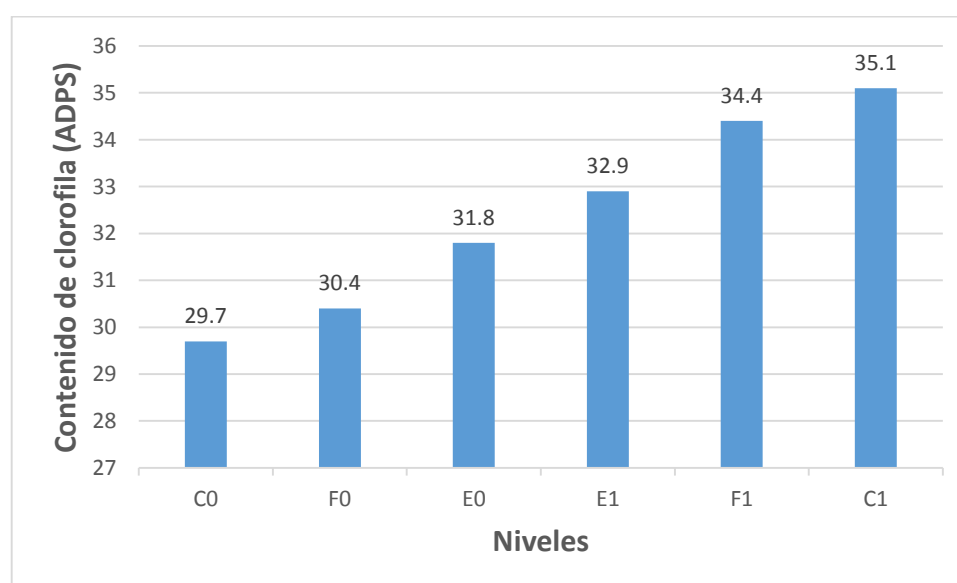
C0= Cultivar púrpura.

F0= Fertilización con 0 t/ha.

E0= Corte a los cuatro meses.

Figura 7

Promedios del contenido de clorofila de plantas de chago.



Los resultados muestran que el cultivar verde (C1) y la fertilización de 1 tonelada por hectárea (F1) obtuvieron los mayores resultados en cuanto al contenido de clorofila de las plantas de chago. La clorofila es fundamental para la fotosíntesis, que es la principal fuente de energía para el crecimiento de la planta. Un mayor contenido de clorofila generalmente indica una mayor tasa de fotosíntesis, lo que se traduce en un mayor potencial de producción de biomasa y, por lo tanto, en más forraje disponible. Además, el contenido de clorofila está relacionado con la concentración de nutrientes en las plantas, como proteínas y carbohidratos solubles. Las plantas con más clorofila tienden a ser más nutritivas, ya que producen una mayor cantidad de compuestos orgánicos, lo que mejora la calidad del forraje para los animales. La clorofila también es un indicador del estado de salud de las plantas. Una disminución en su cantidad puede señalar deficiencias nutricionales, estrés ambiental (como sequía o falta de nutrientes) o daños por plagas, lo cual afecta negativamente la calidad del forraje. Además, las plantas con un buen contenido de clorofila son más digestibles para el ganado, ya que contienen más hojas frescas y nutrientes esenciales, lo que facilita una mejor absorción de nutrientes. Por último, el contenido de clorofila es útil para determinar el momento óptimo de cosecha de las plantas forrajeras, ya que, durante el crecimiento activo, cuando el contenido de clorofila es elevado, la planta tiene un mayor potencial para producir forraje nutritivo (López, C. S., & Martínez, S.R., 2021).

4.6. Evaluación del peso de raíz de plantas de chago.

Según el análisis de varianza realizado (Tabla 14), muestra que las replicaciones no tienen un efecto significativo en el peso de la raíz, ya que el valor p (0.3643) es mayor que 0.05. En cuanto al cultivar, se encontró que sí tiene un efecto significativo sobre el peso de la raíz, con un valor de F (10.30) y un $p = 0.0063$, lo cual está por debajo del umbral de significancia del 1%. Por otro lado, la fertilización tampoco mostró ser significativa, con un valor de F de 3.82 y un p cercano a 0.05 ($p = 0.070$), lo que sugiere que no tiene un impacto claro sobre el peso de la raíz. Del mismo modo, la época de corte no tiene un efecto significativo ($F = 2.00$, $p = 0.1788$). En cuanto a las interacciones entre los factores, como la interacción entre cultivar y fertilización (CF), cultivar y época de corte (CE), fertilización y época de corte (FE), y cultivar, fertilización y época de corte (CF*E), todas mostraron valores de F bajos y valores p elevados, lo que indica que no hay interacciones significativas. El análisis también reveló que el modelo explica aproximadamente el 59% de la variabilidad en el peso de la raíz, lo que sugiere que otros factores no considerados en este estudio podrían estar influyendo en

los resultados. Además, el coeficiente de variación (CV) fue de 43.23%, indicando una baja dispersión en los datos respecto a la media. El valor promedio del peso de la raíz en este estudio fue de 969.22 g.

Tabla 14

Análisis de varianza (ANOVA) para peso de raíz de plantas de chago.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	F _{tab.}		Pr > F
					0.05	0.01	
REP	2	381512.7	190756.3	1.09 ns	3.74	6.51	0.3643
CULTIVAR (C)	1	1808845.2	1818845.2	10.30 *	4.60	8.86	0.0063
FERTILIZACIÓN (F)	1	670672.6	670672.6	3.82 ns	4.60	8.86	0.0700
ÉPOCA DE CORTE (E)	1	351868.1	351868.1	2.00 ns	4.60	8.86	0.1788
C*F	1	15180.5	15180.5	0.09 ns	4.60	8.86	0.7731
C*E	1	311.0	311.0	0.00 ns	4.60	8.86	0.9670
F*E	1	10718.8	10718.8	0.06 ns	4.60	8.86	0.8064
C*F*E	1	182282.9	182282.9	1.04 ns	4.60	8.86	0.3256
Error	14	2458345.6	175596.1				
Total	23	5879737.7					

ns= no significativo. * = significativo al 5%. $R^2 = 59\%$ $CV = 43.23\%$ $\bar{y}_{\dots} = 969.22$ g

En la tabla 15, el análisis de los factores muestra que el cultivar C1 tiene un peso de raíz significativamente mayor que el cultivar C0, con un promedio de 1243.7 g frente a 694.6 g, respectivamente. La desviación estándar para C1 es 356.5, lo que indica que los datos están más concentrados alrededor del promedio en comparación con C0, cuya desviación estándar es 492.9, lo que sugiere una mayor dispersión de los datos. En cuanto a la fertilización, el tratamiento F1 presenta un promedio de 1136.4 g, superior al de F0, que es de 802.1 g. Sin embargo, la diferencia entre F1 y F0, con una desviación estándar de 576.1 para F1 y 376.2 para F0, no es estadísticamente significativa si la comparamos con el valor de la diferencia mínima significativa (DMS = 366.9), ya que la diferencia entre los promedios es de 334.3 g, menor que el valor de DMS. La época de corte también muestra diferencias en el peso de la raíz, con E1 teniendo un promedio de 1090.3 g frente a 848.1 g para E0. A pesar de la diferencia en los promedios, la desviación estándar para E1 es 557.1 y para E0 es 438.2, lo que indica

mayor dispersión en E1. No obstante, la diferencia de 242.2 g entre los promedios de E1 y E0 es menor que el DMS, lo que implica que esta diferencia no es estadísticamente significativa. Finalmente, con respecto al valor de la DMS (366.9), la diferencia entre C1 y C0 es estadísticamente significativa, ya que supera el valor de DMS. Sin embargo, las diferencias entre F1 y F0, y entre E1 y E0, no son significativas según este criterio. Por lo tanto, el cultivar C tiene un efecto significativo en el peso de la raíz, mientras que la fertilización y la época de corte no muestran diferencias estadísticamente significativas según el valor de DMS.

Tabla 15

Promedios de los factores en estudio para peso de raíz de plantas de chago. El factor que muestra significancia: C (cultivar).

Factor C (CULTIVAR)		Factor F (FERTILIZACIÓN)		Factor E (ÉPOCA DE CORTE)	
Niveles	Promedio Des std	Niveles	Promedio Des std	Niveles	Promedio Des std
C ₁	1243.7 ± 356.5 a	F ₁	1136.4 ± 576.1	E ₁	1090.3 ± 557.1
C ₀	694.6 ± 492.9 b	F ₀	802.1 ± 376.2	E ₀	848.1 ± 438.2

DMS=366.9

LEYENDA DE LOS NIVELES ESTUDIADOS:

C1= Cultivar verde.

F1= Fertilización con 1 t/ha.

E1= Corte a los ocho meses.

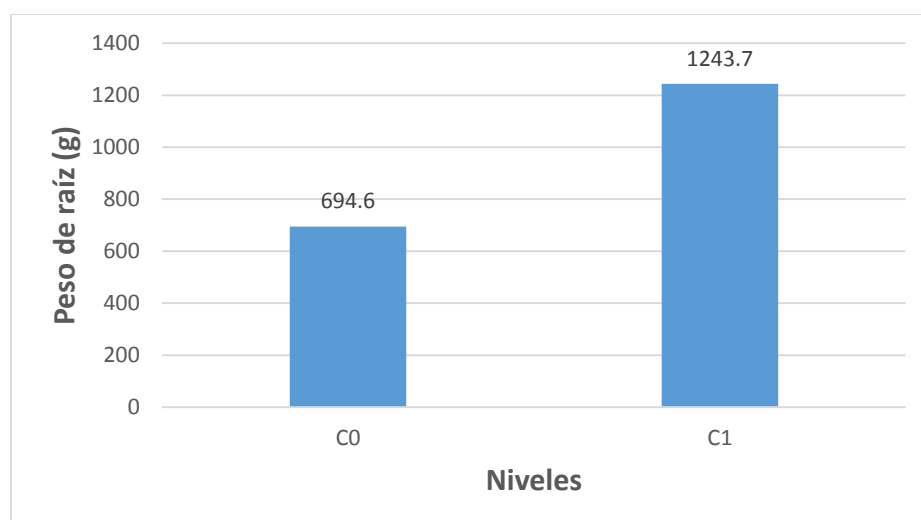
C0= Cultivar púrpura.

F0= Fertilización con 0 t/ha.

E0= Corte a los cuatro meses.

Figura 8

Promedios del peso de raíz de plantas de chago.



Los resultados muestran que el cultivar verde (C1) presentó un promedio mayor en el peso de raíz en comparación con el cultivar púrpura (C0). Un mayor peso de raíz generalmente indica una mayor capacidad de las raíces para absorber agua y nutrientes del suelo, lo que es fundamental para el crecimiento de la planta y, por ende, para la producción de forraje. Además, un sistema radicular más desarrollado mejora la resiliencia de la planta frente al estrés, como la sequía o la deficiencia de nutrientes. Las raíces profundas permiten a la planta acceder a agua en capas más profundas del suelo, aumentando su capacidad para sobrevivir en condiciones adversas. Asimismo, las raíces bien desarrolladas facilitan un crecimiento más vigoroso y saludable de la parte aérea de la planta, como los tallos y hojas, lo que se traduce en una mayor producción de biomasa y forraje. La salud del sistema radicular también está estrechamente relacionada con un mejor equilibrio entre la parte aérea y subterránea de la planta, lo que contribuye a mejorar la calidad del forraje (Pérez, A. W., & González, J.M., 2020).

Los resultados obtenidos en este estudio, al compararlos con los de la investigación titulada “Evaluación de la Variabilidad Genética del Miso (*Mirabilis expansa* Ruiz & Pav.) Standley”, indican que en dicha investigación se reportó un rango de raíces que varió entre 1 a 2 kg/planta. En nuestro caso, el mayor promedio en peso de raíz fue 1.2437 kg/planta. Este resultado nos permite concluir que el dato obtenido en nuestro experimento para el peso de raíz se encuentra dentro de un rango aceptable.

4.7. Evaluación de la materia seca de plantas de chago.

Según el análisis de varianza realizado (Tabla 16), muestra que la época de corte (E) es el único factor que muestra un valor significativo ($p < 0.0001$), lo que indica que tiene un impacto importante sobre la materia seca de las plantas. Por otro lado, los factores CULTIVAR (C), FERTILIZACIÓN (F) y sus interacciones no presentan significancia estadística (valores $p > 0.05$), sugiriendo que no influyen de manera relevante en la materia seca. El valor R^2 es 91% lo que refleja que el modelo explica la variabilidad total en la materia seca, lo que indica un buen ajuste del modelo. Además, el Coeficiente de Variación (CV) de 12.20% sugiere una variabilidad relativa baja. Y el promedio es de 36.01%.

Tabla 16*Análisis de varianza (ANOVA) para materia seca de plantas de chago.*

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	F _{Tab.} 0.05 0.01		Pr > F
REP	2	0.5794	0.2897	0.54 ns	3.74	6.51	0.5959
CULTIVAR (C)	1	0.2029	0.2029	0.38 ns	4.60	8.86	0.5494
FERTILIZACIÓN (F)	1	1.0068	1.0068	1.87 ns	4.60	8.86	0.1933
ÉPOCA DE CORTE (E)	1	72.3131	72.313	134.10 **	4.60	8.86	<.0001
C*F	1	0.3384	0.3384	0.63 ns	4.60	8.86	0.4414
C*E	1	0.5527	0.5527	1.03 ns	4.60	8.86	0.3285
F*E	1	1.8686	1.8686	3.47 ns	4.60	8.86	0.0838
C*F*E	1	0.1931	0.1931	0.36 ns	4.60	8.86	0.5591
Error	14	7.5493	0.5392				
Total	23	84.6048					

**= significativo al 1%; ns= no significativo $R^2 = 91\%$ $CV = 12.20\%$ $\overline{y}_{....} = 36.01\%$

En la tabla 17 se pudo observar que, en cuanto al factor cultivar en los promedios de materia seca: el cultivar verde (C1) presentó un promedio de 41.18 ± 25.67 , y el cultivar púrpura (C0) tuvo un promedio de 38.30 ± 23.73 . Aunque estos promedios son diferentes, el análisis ANOVA indicó que la diferencia entre los cultivares no es significativa, ya que el valor p correspondiente fue mayor a 0.05. Respecto al factor fertilización (F), el nivel F1 (con fertilización) mostró un promedio de 43.35 ± 29.28 , mientras que el nivel F0 (sin fertilización) tuvo un promedio de 36.13 ± 18.46 . A pesar de que el promedio es mayor con fertilización, el análisis ANOVA reveló que esta diferencia no es significativa, ya que el valor p fue 0.1933. En cuanto a la época de corte (E), para el corte E1 (corte a los ocho meses), el promedio de materia seca fue de 60.99 ± 15.11 , mientras que para el corte E0 (corte a los cuatro meses) fue de 18.50 ± 3.67 . La diferencia entre estos promedios es altamente significativa, como se refleja en el ANOVA, con un valor p < 0.0001. Esto indica que la época de corte tiene un efecto importante sobre la materia seca de las plantas. Finalmente, el valor de DMS (Diferencia Mínima Significativa) fue de 0.64. Este valor representa el umbral mínimo que se considera necesario para que una diferencia entre promedios sea estadísticamente significativa. La diferencia entre 60.99 (E1) y 18.50 (E0) es mucho mayor que el DMS, lo que confirma que la época de corte tiene un impacto relevante en la cantidad de materia seca de las plantas.

Tabla 17

Promedios de los factores en estudio para materia seca de plantas de chago. El factor que muestra significancia: E (época de corte).

Factor C (CULTIVAR)		Factor F (FERTILIZACIÓN)		Factor E (ÉPOCA DE CORTE)	
Niveles	Promedio Des std	Niveles	Promedio Des std	Niveles	Promedio Des std
C ₁	41.18 ± 25.67	F ₁	43.35 ± 29.28	E ₁	60.99 ± 15.11 a
C ₀	38.30 ± 23.73	F ₀	36.13 ± 18.46	E ₀	18.50 ± 3.67 b

DMS= 0.64

LEYENDA DE LOS NIVELES ESTUDIADOS:

C1= Cultivar verde.

F1= Fertilización con 1 t/ha.

E1= Corte a los ocho meses.

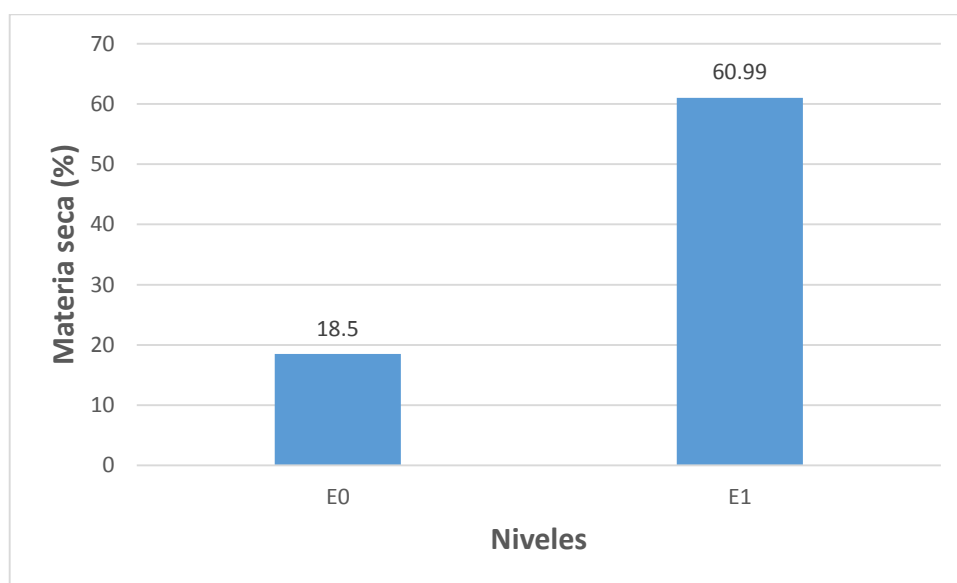
C0= Cultivar púrpura.

F0= Fertilización con 0 t/ha.

E0= Corte a los cuatro meses.

Figura 9

Promedios de la materia seca de plantas de chago.



Los resultados muestran que el corte a los 8 meses (E1) presentó un mayor contenido de materia seca en comparación con el corte a los 4 meses (E0). Este hallazgo es relevante, ya que el contenido de materia seca es un factor crucial en la calidad y el valor nutritivo del forraje para el ganado, dado que la materia seca contiene nutrientes esenciales como proteínas, fibra y minerales. Un mayor porcentaje de materia seca indica que el forraje es menos acuoso y tiene una mayor concentración de nutrientes por unidad de peso, lo que mejora el rendimiento de los

animales que lo consumen. Además, los forrajes con mayor contenido de materia seca son más fáciles de almacenar y presentan menor riesgo de descomposición o pérdida de nutrientes durante su almacenamiento (Van Soest, P., 1994).

4.8. Evaluación del contenido de proteína de plantas de chago.

Según el análisis de varianza realizado (Tabla 18), se evaluaron diferentes factores que podrían influir en el contenido de proteína en las plantas de chago, obteniéndose los siguientes resultados: Replicación (REP): El valor p fue 0.2321, mayor que 0.05, lo que indica que las diferencias entre las réplicas no son estadísticamente significativas. Esto sugiere que la variabilidad observada en el contenido de proteína no se debe a diferencias entre las réplicas en este experimento. Cultivar (C): El valor p fue 0.2510, también mayor que 0.05, lo que significa que no existen diferencias significativas en el contenido de proteína entre los diferentes cultivares evaluados. Fertilización (F): Con un valor p de 0.6262, se concluye que el tipo de fertilización no tiene un efecto significativo sobre el contenido de proteína de las plantas de chago. Época de Corte (E): El valor p fue 0.8092, lo que indica que la época de corte no afecta de manera significativa el contenido de proteína. Interacción Cultivar x Fertilización (C*F): El valor p fue 0.9671, sugiriendo que la interacción entre el cultivar y la fertilización no tiene un efecto significativo. Interacción Cultivar x Época de Corte (C*E): Con un valor p de 0.5181, se indica que no hay una interacción significativa entre el cultivar y la época de corte. Interacción Fertilización x Época de Corte (F*E): El valor p de 0.3150 muestra que la interacción entre fertilización y época de corte no es significativa. Interacción Cultivar x Fertilización x Época de Corte (CFE): El valor p fue 0.9932, lo que indica que la interacción triple entre cultivar, fertilización y época de corte no tiene un efecto significativo. El R^2 de 34% indica que el modelo explica la variabilidad en el contenido de proteína, un valor relativamente bajo, lo que sugiere que hay otros factores no medidos que podrían estar influyendo en el contenido de proteína. El Coeficiente de variación (CV) de 29.99% refleja una variabilidad baja. Y el promedio es de 4.51%.

Tabla 18*Análisis de varianza (ANOVA) para contenido de proteína de plantas de chago.*

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
REP	2	1.22421155	0.61210578 ns	1.62	0.2321
CULTIVAR (C)	1	0.54051044	0.54051044 ns	1.43	0.2510
FERTILIZACIÓN (F)	1	0.09348813	0.09348813 ns	0.25	0.6262
ÉPOCA DE CORTE (E)	1	0.02282684	0.02282684 ns	0.06	0.8092
C*F	1	0.00066350	0.00066350 ns	0.00	0.9671
C*E	1	0.16568136	0.16568136 ns	0.44	0.5181
F*E	1	0.40938225	0.40938225 ns	1.09	0.3150
C*F*E	1	0.00002873	0.00002873 ns	0.00	0.9932
Error	14	88.6413917	6.3315280		
Total	23	134.5886958			

ns= no significativo. R2 = 34% CV = 29.99% Media = 4.51%

En la tabla 19, el análisis de los factores muestra que el cultivar C1 presenta un mayor contenido promedio de proteína (5.16%) en comparación con el cultivar C0 (3.86%), lo que sugiere que C1 tiene un rendimiento más alto en cuanto a contenido proteico en las plantas de chago. Sin embargo, la desviación estándar, que refleja la dispersión de los datos, es más alta en C1 (2.60) que en C0 (2.13), lo que indica que los valores de contenido de proteína en C1 están más dispersos alrededor del promedio, mientras que en C0 los valores están más concentrados. En cuanto a la fertilización, la F1 muestra un promedio de contenido de proteína ligeramente superior (4.71%) en comparación con F0 (4.31%), aunque la diferencia no es significativa. La desviación estándar es algo mayor en F0 (2.63) que en F1 (2.27), lo que sugiere que la variabilidad en el contenido de proteína es un poco más alta cuando no se aplica fertilización (F0) en comparación con cuando se aplica (F1). Respecto a la época de corte, la E1 presenta un contenido promedio de proteína más alto (4.72%) que la E0 (4.30%), lo que sugiere que el contenido proteico es ligeramente mayor en la época de corte de ocho meses. Sin embargo, la desviación estándar es mayor en E1 (2.72) que en E0 (2.17), lo que indica una mayor dispersión en los valores de contenido proteico en la época de corte de ocho meses, lo que podría reflejar una mayor variabilidad en los resultados en esa época.

Tabla 19

Promedios de los factores en estudio para contenido de proteína de plantas de chago.

Factor C (CULTIVAR)		Factor F (FERTILIZACIÓN)		Factor E (ÉPOCA DE CORTE)	
Niveles	Promedio Des std	Niveles	Promedio Des std	Niveles	Promedio Des std
C ₁	5.16 ± 2.60	F ₁	4.71 ± 2.27	E ₁	4.72 ± 2.72
C ₀	3.86 ± 2.13	F ₀	4.31 ± 2.63	E ₀	4.30 ± 2.17

LEYENDA DE LOS NIVELES ESTUDIADOS:

C1= Cultivar verde.

F1= Fertilización con 1 t/ha.

E1= Corte a los ocho meses.

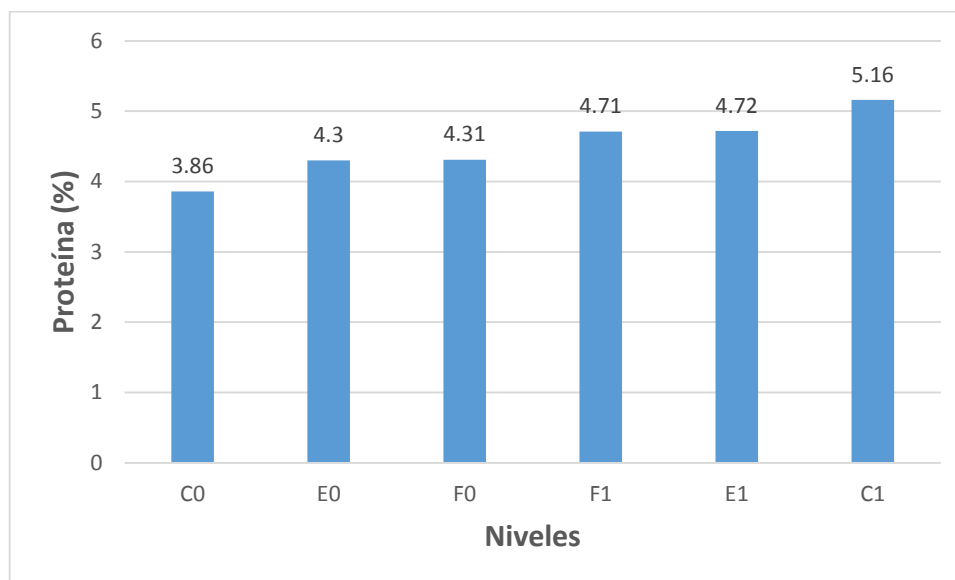
C0= Cultivar púrpura.

F0= Fertilización con 0 t/ha.

E0= Corte a los cuatro meses.

Figura 10

Promedios del contenido de proteína de plantas de chago.



Los resultados indican que el cultivar verde (C1) presentó un contenido de proteína superior en comparación con los demás factores evaluados. Este hallazgo es significativo, ya que la proteína en el forraje de chago tiene un alto valor nutritivo para los animales herbívoros, proporcionando los aminoácidos esenciales necesarios para su crecimiento, reproducción y mantenimiento. Según Mertens (2019), la calidad del forraje, particularmente en términos de proteína y fibra, es clave para la salud animal y para la eficiencia en la producción de carne y leche. Además, Bargo et al. (2003) destacan que los forrajes con mayor contenido proteico favorecen una mejor síntesis de proteínas microbianas en el rumen, lo que optimiza la conversión de la dieta en producción animal.

Los resultados obtenidos en este estudio, al compararlos con los de la investigación titulada “Aspectos etnobotánicos y productivos del chago miso o mauka (*Mirabilis expansa*) (Ruiz y Pav.) Standley”, muestran que en dicha investigación se reportó un valor máximo de proteína de 9.2%, un valor mínimo de 6.2% y una media de 7.5%. En contraste, el valor máximo alcanzado en este estudio fue de 5.16%. Al analizar estos resultados, podemos concluir que las diferencias observadas son mínimas, lo que indica que los valores obtenidos en ambos estudios se encuentran dentro de un rango aceptable.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

El cultivar verde (C1) mostró un mayor rendimiento forrajero en comparación con el cultivar púrpura (C0), superándolo significativamente en la mayoría de los componentes evaluados, como número de tallos, peso fresco y seco, contenido de proteína y clorofila.

La aplicación de abono orgánico a una dosis de 1 tonelada por hectárea favoreció significativamente el rendimiento forrajero del chago, especialmente en combinación con el cultivar verde (C1).

La época de corte a los ocho meses (E1) optimizó el contenido de materia seca y la altura de planta, consolidándose como el momento más adecuado para maximizar la productividad forrajera del cultivo.

Se determinó que, en cuanto a los componentes de rendimiento, el cultivar verde (C1) y la época de corte a los ocho meses (E1) obtuvieron los mejores resultados en la mayoría de las variables evaluadas. El cultivar verde (C1) se destacó por presentar los mayores promedios en número de tallos (9), peso fresco (541.13 g), peso seco (79.45 g), contenido de clorofila (35.1 ADPS), peso de raíz (1243.7 g) y contenido de proteína (5.16%). Por su parte, la época de corte a los ocho meses (E1) mostró los valores más altos en contenido de materia seca (60.99%) y altura de planta (64.72 cm).

5.2. RECOMENDACIONES

Añadir un corte adicional en el experimento: En caso de replicar este experimento, recomiendo realizar un corte adicional. Ya que observé que el chago volvió a brotar sin dificultad cuando realicé el primer corte a los cuatro meses, lo cual facilita la producción continua de alimento para los animales que consumen este forraje.

Realizar los cortes a una altura adecuada: Al efectuar los cortes, es importante realizarlos a una altura de entre 8 y 10 cm sobre el nivel del suelo. Esto evitará dañar las plantas y permitirá que los tallos vuelvan a brotar sin inconvenientes.

Almacenaje adecuado del forraje: Si se va a almacenar el forraje de chago, nos debemos asegurar de hacerlo en un lugar libre de humedad, ya que la presencia de humedad puede afectar negativamente su durabilidad.

Añadir un fertilizante químico adicional en el experimento: En caso de replicar este experimento, recomiendo añadir un fertilizante químico y realizar las comparativas con el guano de isla y ver cuál produce mayores rendimientos y favorece más a las plantas de chago.

CAPÍTULO VI

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bazán et al. (1996). Potencial forrajero del chago (*Mirabilis expansa*) en la alimentación de conejos (*Oryctolagus cuniculus*). (Tesis Ing. Zoot. Cajamarca, Facultad de Zootecnia). Universidad Nacional de Cajamarca. 93 p
- Bargo, F., Muller, L. D., Delahoy, J. E., & Kohn, R. A. (2003). Performance of high-producing dairy cows with three different feeding systems in the northeastern United States. *Journal of Dairy Science*, 86(2), 589-603. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73610-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73610-6)
- Bohn, M., McInnes, M., & Korman, S. D. (2009). Forage quality and yield of pastures. *Journal of Animal Science*, 87(12), 4146-4156. <https://doi.org/10.2527/jas.2009-2302>
- Campos, J. (2018). Rendimiento Agrícola. https://www.ecured.cu/Rendimiento_agr%C3%ADcola
- Certified Organic. (2020). ¿Qué es la materia seca y por qué es importante? <https://www.ccof.org/es/faq/que-es-la-materia-seca-y-por-que-es-importante#:~:text=La%20materia%20seca%20es%20lo,seco%2C%20como%20heno%20o%20grano.>
- Durán, M. (2015). Interacciones Ecológicas. https://www.uaeh.edu.mx/docencia/P_Presentaciones/prepa3/2018/Interacciones-ecologicas-Margarita-Duran-Orta.pdf
- Espitia Rangel, E., Villaseñor Mir, H. E., Tovar Gómez, R., de la O Olán, M., & Limón Ortega, A. (2012). Momento óptimo de corte para rendimiento y calidad de variedades de avena forrajera. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 3(4), 771-783.
- García, R., & Rodríguez, M. J. (2020). Peso seco como indicador de la calidad forrajera en sistemas de pastoreo. *Revista de Ciencias Agropecuarias*, 36(2), 125-135. <https://doi.org/10.5678/rica.2020.36.2.125>
- García Ochoa, Omar Eduardo, Infante, Ramón Benito, & Rivera, Carlos Julio. (2008). Hacia una definición de fibra alimentaria. *Anales Venezolanos de Nutrición*, 21(1), 25-30. Recuperado en 23 de enero de 2024, de [https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-07522008000100005#:~:text=El%20t%C3%A9rmino%20fibra%20cruda%20\(FC,y%20otra%20en%20medio%20alcalino.](https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-07522008000100005#:~:text=El%20t%C3%A9rmino%20fibra%20cruda%20(FC,y%20otra%20en%20medio%20alcalino.)
- Gendall et al. (2019). Unearthing the “Lost” Andean Root Crop “Mauka” (*Mirabilis expansa* [Ruíz & Pav.] Standl.). *Economic Botany*, 73 (4), pp. 443–460. URL <https://link.springer.com/article/10.1007/s12231-019-09467-y>
- Hernández, E. A., & García, M. T. (2022). Evaluación del peso fresco y su relación con el rendimiento forrajero en pastizales. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 13(1), 23-35. <https://doi.org/10.1234/rmcp.2022.01301>

- Hernández, J., López, E., & Rodríguez, M. (2019). El impacto de la densidad de tallos en el rendimiento de forrajes. *Revista de Investigación Agrícola*, 57(2), 182-190.
- López, C., & Martínez, S. R. (2021). El contenido de clorofila como indicador de calidad en forrajes para ganado. *Revista Latinoamericana de Agricultura y Ciencias Pecuarias*, 22(3), 187-200. <https://doi.org/10.1234/rlacp.2021.22.3.187>
- Luna et al. (2017). Evaluación del rendimiento de materia seca y sus componentes en germoplasma de alfalfa (*Medicago sativa* L.) <https://www.scielo.org.mx/pdf/rmcp/v9n3/2448-6698-rmcp-9-03-486.pdf>
- Medline Plus (2021). ¿Qué son las proteínas y qué es lo que hacen?. <https://medlineplus.gov/spanish/genetica/entender/comofuncionangenes/proteina/>
- Mertens, D. R. (2019). The role of forage quality in the efficiency of dairy cattle production. *Journal of Dairy Science*, 102(5), 4127-4135. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15409>
- Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino (2008). Segadoras y segadoras acondicionadas. https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/segadoras-seg-acond_tcm30-58459.pdf
- Noli, C. (2004). Influencia del estiércol en el establecimiento de pasturas. <https://repositorio.inia.gob.pe/server/api/core/bitstreams/81bd827d-7c8b-4a4a-9b6e-001373726810/content>
- Pérez, A., & González, J. M. (2020). El peso de las raíces como indicador de la salud y rendimiento de las plantas forrajeras. *Agronomía Mesoamericana*, 31(2), 115-128. <https://doi.org/10.2345/am.2020.31.2.115>
- Pérez, J. (2022). Definición de abono. <https://definicion.de/abono/>
- Real Academia de Ingeniería. (s.f.). Peso Fresco. <https://diccionario.raing.es/es/lema/peso-fresco-0#:~:text=Definici%C3%B3n%3A,el%20del%20agua%20que%20contiene>
- Robles, M., Fernández, L., & Sánchez, R. (2017). Relación entre número de tallos y rendimiento de forrajes: una revisión. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 64(1), 56-64.
- RPP PERÚ. (2016). 12 mil toneladas de forraje fueron conservadas para época de estiaje. <https://rpp.pe/peru/cusco/12-mil-toneladas-de-forraje-fueron-conservadas-para-epoca-de-estiaje-noticia-976513?ref=rpp>
- SENASA. (2015). Forrajes. <http://www.senasa.gob.ar/cadena-vegetal/forrajes#:~:text=Se%20denomina%20as%C3%AD%20a%20las,producci%C3%B3n%20primaria%20del%20sector%20agropecuario>
- Seminario, J. (2004). Raíces Andinas, Contribución al conocimiento y a la capacitación. VI. Aspectos etnobotánicos y productivos del chago miso o mauka. (Mirabilis expansa) (Ruiz y Pav.) Standley). Universidad Nacional de Cajamarca.

- Seminario, J., Valderrama, M. (2012). Variabilidad morfológica y evaluación agronómica de maukas *Mirabilis expansa* (Ruiz & Pav.) Standl. del norte peruano. Revista Peruana de Biología 19 (3), pp. 249 – 256. URL <http://www.scielo.org.pe/pdf/rpb/v19n3/a03v19n3.pdf>
- Técnico Agrícola. (2014). Definición de concentración de abonos. <https://www.tecnicoagricola.es/riqueza-o-concentracion-de-los-abonos-o-fertilizantes-npk/#:~:text=Se%20entiende%20como%20riqueza%2C%20graduaci%C3%B3n,unidad%20de%20peso%20de%20producto>
- Un Mondo Ecosostenibile. (2023). Cultivar. <https://antropocene.it/es/2023/01/24/cultivar-3/>
- Valderrama, M; Seminario, J. (2001). Biología floral de cuatro cultivares y tres parientes silvestres de mauka *Mirabilis expansa* (R.&P.) Standley. Araldoa 8(1): 71-86.
- Van Soest, P. J. (1994). *Nutritional ecology of the ruminant* (2nd ed.). Cornell University Press.
- Zapana et al. (2017). Producción de raíz tuberosa en cultivo de “mauka” (*Mirabilis expansa* [Ruiz y Pavón] Standley) con aplicación de abonamiento orgánico y fertilización química en Puno – Perú. Revista De Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research, 19(3), 275–284. <https://doi.org/10.18271/ria.2017.292>

ANEXOS

Anexo 1. Resultados de la fase experimental.

Tabla 20

*Promedios del número de tallos por planta de chago (**Mirabilis expansa**), en un factorial 2Ax2Bx2C con el diseño de bloques completos al azar (DBCA).*

	FACTORIAL 2AX2BX2C							
	a_0				a_1			
	b_0		b_1		b_0		b_1	
Bloque	c_0	c_1	c_0	c_1	c_0	c_1	c_0	c_1
I	7.8	11.4	6.2	7.6	7.0	13.2	8.8	11.2
II	4.4	5.0	4.4	11.6	6.2	8.2	8.0	8.0
III	5.8	6.6	5.6	4.2	9.2	7.4	8.2	12.6

Tabla 21

*Promedios de la altura de plantas de chago (**Mirabilis expansa**), en un factorial 2Ax2Bx2C con el diseño de bloques completos al azar (DBCA).*

	FACTORIAL 2AX2BX2C							
	a_0				a_1			
	b_0		b_1		b_0		b_1	
Bloque	c_0	c_1	c_0	c_1	c_0	c_1	c_0	c_1
I	43.0	82.6	34.6	68.8	36.4	65.2	46.4	67.6
II	22.8	45.2	36.2	79.2	32.0	76.4	47.4	51.8
III	37.2	71.8	44.0	46.8	55.6	52.6	46.8	68.6

Tabla 22

*Promedios del peso fresco de plantas de chago (**Mirabilis expansa**), en un factorial 2Ax2Bx2C con el diseño de bloques completos al azar (DBCA).*

	FACTORIAL 2AX2BX2C							
	a_0				a_1			
	b_0		b_1		b_0		b_1	
Bloque	c_0	c_1	c_0	c_1	c_0	c_1	c_0	c_1
I	404.6	768.6	244.4	546	271	344	494	322.8
II	24.2	33.2	93.6	1072.2	117.8	527.8	386.8	396.6
III	275.6	858.8	120.6	82.4	655.8	450.2	367.8	1359

Tabla 23

Promedios del peso seco de plantas de chago (*Mirabilis expansa*), en un factorial 2Ax2Bx2C con el diseño de bloques completos al azar (DBCA).

	FACTORIAL 2AX2BX2C							
	a_0				a_1			
	b_0		b_1		b_0		b_1	
Bloque	c_0	c_1	c_0	c_1	c_0	c_1	c_0	c_1
I	68.2	392.2	38.6	457.2	36.6	197.6	84	225
II	16.4	13.6	14.6	406.0	18.0	298.0	71.0	342
III	59.0	498.8	21.8	60.8	143.6	243.8	79.8	847.8

Tabla 24

Promedios del contenido de clorofila de plantas de chago (*Mirabilis expansa*), en un factorial 2Ax2Bx2C con el diseño de bloques completos al azar (DBCA).

	FACTORIAL 2AX2BX2C							
	a_0				a_1			
	b_0		b_1		b_0		b_1	
Bloque	c_0	c_1	c_0	c_1	c_0	c_1	c_0	c_1
I	32.38	26	29.06	31.76	29.86	28.12	22	34.48
II	23.6	27.16	29.92	37.2	43	48.6	25.62	30.74
III	29.82	33.6	32.08	23.74	29.68	30.8	37.3	30.4

Tabla 25

Promedios del peso de raíz de plantas de chago (*Mirabilis expansa*), en un factorial 2Ax2Bx2C con el diseño de bloques completos al azar (DBCA).

	FACTORIAL 2AX2BX2C							
	a_0				a_1			
	b_0		b_1		b_0		b_1	
Bloque	c_0	c_1	c_0	c_1	c_0	c_1	c_0	c_1
I	817.0	1006.4	738.4	821.8	749.0	1250.4	1842.0	1392.8
II	237.2	270.2	521.6	206.4	853.2	1457.6	1498.8	1402.0
III	554.6	430.6	551.2	323.2	1001.6	996.8	813.0	1667.8

Tabla 26

*Promedios de materia seca de plantas de chago (**Mirabilis expansa**), en un factorial 2Ax2Bx2C con el diseño de bloques completos al azar (DBCA).*

	FACTORIAL 2AX2BX2C							
	a_0				a_1			
	b_0		b_1		b_0		b_1	
Bloque	c_0	c_1	c_0	c_1	c_0	c_1	c_0	c_1
I	16.9	51.0	15.8	83.7	13.5	57.4	17.0	69.7
II	26.4	41.0	15.6	37.9	15.3	56.5	18.4	86.2
III	21.4	58.1	18.1	73.8	21.9	54.2	21.7	62.4

Tabla 27

*Promedios de contenido de proteína de plantas de chago (**Mirabilis expansa**), en un factorial 2Ax2Bx2C con el diseño de bloques completos al azar (DBCA).*

	FACTORIAL 2AX2BX2C							
	a_0				a_1			
	b_0		b_1		b_0		b_1	
Bloque	c_0	c_1	c_0	c_1	c_0	c_1	c_0	c_1
I	7.98	3.93	7.29	2.44	7.74	8.38	7.21	2.23
II	1	1.80	2.63	2.90	2.30	6.08	7.84	7.54
III	2.71	5.02	5.15	3.48	2.36	2.49	2.39	5.36

Anexo 2. Análisis de proteína de las plantas de chago.



Instituto Nacional de Innovación Agraria

INFORME DE ENSAYO N° 090744 / AL / LABSAF - BAÑOS DEL INCA

I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente : FERNANDO ANDRE PLASENCIA MENDOZA
Propietario / Productor : FERNANDO ANDRE PLASENCIA MENDOZA
Dirección del cliente : JR. SAN SEBASTIAN 116 - CAJAMARCA
Solicitado por : CLIENTE
Muestreado por : CLIENTE
Número de muestra(s) : 23
Producto declarado : Alimentos
Presentación de las muestras(s) : Bolsa de Papel
Referencia del muestreo : RESERVADO POR EL CLIENTE
Procedencia de muestra(s) : COCHAMARCA - SAN MARCOS - CAJAMARCA
Fecha(s) de muestreo : 2024-07-16 (***)
Fecha de recepción de muestra(s) : 2024-08-16
Lugar de ensayo : LABSAF BAÑOS DEL INCA
Fecha(s) de análisis : Del 2024-08-19 al 2024-09-20
Cotización del servicio : 343-24-BI
Fecha de emisión : 2024-09-25

II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM	1	2	3	4	5	6		
Código de Laboratorio	AL108-BI-24	AL109-BI-24	AL110-BI-24	AL111-BI-24	AL112-BI-24	AL113-BI-24		
Matriz Analizada	Alimentos	Alimentos	Alimentos	Alimentos	Alimentos	Alimentos		
Fecha de Muestreo (***)	2024-07-16	2024-07-16	2024-07-16	2024-07-16	2024-07-16	2024-07-16		
Hora de Inicio de Muestreo (h) (***)	11:00	11:00	11:00	11:00	11:00	11:00		
Condición de la muestra	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada		
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente (***)	B1T5S3P3	B2T8S3P1	B1T3S2P2	B1T1S3P1	B3T7S2P1	B3T8S1P2		
Ensayo	Unidad	LC	Resultados					
Proteína (*)	%	-	7,74	7,54	3,93	7,98	2,49	5,36

ITEM			7	8	9	10	11	12
Código de Laboratorio			AL114-BI-24	AL115-BI-24	AL116-BI-24	AL117-BI-24	AL118-BI-24	AL119-BI-24
Matriz Analizada			Alimentos	Alimentos	Alimentos	Alimentos	Alimentos	Alimentos
Fecha de Muestreo (***)			2024-07-16	2024-07-16	2024-07-16	2024-07-16	2024-07-16	2024-07-16
Hora de Inicio de Muestreo (h) (***)			11:00	11:00	11:00	11:00	11:00	11:00
Condición de la muestra			Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente (***)			B3T3S3P1	B3T2S1P1	B1T4S2P2	B2T4S3P2	B1T8S2P1	B3T1S1P1
Ensayo		Unidad	Resultados					
Proteína (%)		%	5.02	5.15	2.44	2.90	2.23	2.71

ITEM			13	14	15	16	17	18
Código de Laboratorio			AL120-BI-24	AL121-BI-24	AL122-BI-24	AL123-BI-24	AL124-BI-24	AL125-BI-24
Matriz Analizada			Alimentos	Alimentos	Alimentos	Alimentos	Alimentos	Alimentos
Fecha de Muestreo ^(***)			2024-07-16	2024-07-16	2024-07-16	2024-07-16	2024-07-16	2024-07-16
Hora de Inicio de Muestreo (h) ^(***)			11:00	11:00	11:00	11:00	11:00	11:00
Condición de la muestra			Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente ^(***)			B3T5S1P1	B1T6S3P4	B1T7S1P2	B3T6S1P1	B2T6S3P1	B2T7S3P3
Ensayo		Unidad	Resultados					
Proteína ^(*)		%	2,36	7,21	8,38	2,39	7,84	6,08



Red de Laboratorios de Suelos, Aguas y Foliare
Acreditado con la Norma
NTP-ISO/IEC 17025:2017

LABSAF (Nombre)

Dirección: (Dirección del laboratorio)

Email: (correo de contacto del laboratorio)



Firmado digitalmente por:
CHAVEZ CABRERA ALEXANDER
FIR 26730857 hard
Motivo: Soy el autor del
documento
Fecha: 25/09/2024 16:03:15-0500



Instituto Nacional de Innovación Agraria

INFORME DE ENSAYO

N° 090744 / AL / LABSAF - BAÑOS DEL INCA

ITEM	19	20	21	22	23	
Código de Laboratorio	AL126-BI-24	AL127-BI-24	AL128-BI-24	AL129-BI-24	AL130-BI-24	-
Matriz Analizada	Alimentos	Alimentos	Alimentos	Alimentos	Alimentos	-
Fecha de Muestreo (***)	2024-07-16	2024-07-16	2024-07-16	2024-07-16	2024-07-16	-
Hora de Inicio de Muestreo (h) (***)	11:00	11:00	11:00	11:00	11:00	-
Condición de la muestra	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	-
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente (***)	B2T5S3P1	B2T2S3P1	B3T4S3P1	B1T2S1P3	B2T3S2P1	-
Ensayo	Unidad	LC	Resultados			
Proteína (*)	%	-	2,30	2,63	3,48	7,29
						1,80
						-

III. METODOLOGIA DE ENSAYO

ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
Proteína	ISO 11261 INTERNATIONAL STANDARD Determination of total nitrogen - Modified Kjeldahl method (First edition, 1995-03-01), cálculo de proteína por Proximal de Wende.

IV. CONSIDERACIONES

- Estado en las que ingreso la Muestras: Buenas Condiciones de almacenamiento
- Este informe no puede ser reproducido total, ni parcialmente sin la autorización de LABSAF y del cliente.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo
- Los resultados se aplican a las muestras, tales como se recibieron
- Este documento es válido sólo para el producto mencionado anteriormente.
- El Laboratorio no es responsable cuando la información proporcionada por el cliente pueda afectar la validez de los resultados.
- Medición de pH realizada a 25 °C.
- Medición de Conductividad Eléctrica realizada a 25 °C.

(*) El (Los) resultado(s) obtenido(s) corresponde(n) a métodos de ensayo que no han sido acreditados por el INACAL-DA.

(**) El (Los) resultado(s) obtenido(s) corresponde(n) a métodos de ensayo que no han sido acreditados por el INACAL-DA, debido a que la muestra no es idónea para el ensayo.

(***) Este dato ha sido proporcionado por el cliente, por lo que el laboratorio no es responsable de dicha información.

V. AUTORIZACIÓN DEL INFORME DE ENSAYO

- El presente Informe de ensayo ha sido autorizado por: Marieta Eliana Cervantes Peralta - Responsable del LABSAF - BANOS DEL INCA



Firmado digitalmente por:
CHAVEZ CABRERA ALEXANDER
FIR 26730857 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 25/09/2024 16:03:33-0500

Firma

FIN DE INFORME DE ENSAYO



Red de Laboratorios de Suelos, Aguas y Foliare
Acreditado con la Norma
NTP-ISO/IEC 17025:2017

LABSAF (Nombre)

Dirección: (Dirección del laboratorio)

Email: (correo de contacto del laboratorio)

Anexo 4. Colección de fotografías de la fase de campo y laboratorio.

Figura 12

Campo experimental preparado y surcado.



Figura 13

Delimitación de los tratamientos en el campo experimental.



Figura 14

Aplicación del fungicida agrícola a las semillas de chago. A: Fungicida. B: Aplicación. C: Reposo de semillas.



Figura 15

Sembrado de las semillas de chago.



Figura 16

Riego por gravedad.



Figura 17

Deshierbo manual.



Figura 18

Evaluación y conteo del número de tallos de las plantas de chago.



Figura 19

Evaluación de la altura de las plantas de chago.



Figura 20

Cortes a las plantas de chago.



Figura 21

Evaluación del peso fresco de las plantas de chago.



Figura 22

Evaluación del peso seco de las plantas de chago.



Figura 23

Evaluación del contenido de clorofila de las plantas de chago.



Figura 24

Evaluación del rendimiento de raíz de las plantas de chago.

