



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ
CARRERA DE INGENIERÍA EN AGRONOMÍA

**EVALUACIÓN DE KUDZU (*Pueraria thomsonii*)
APLICADO COMO ABONO VERDE PARA LA
SUSTITUCIÓN PARCIAL DE FERTILIZANTE
NITROGENADO EN LECHUGA (*Lactuca sativa*)**

TRABAJO EXPERIMENTAL

Trabajo de titulación presentado como requisito para la
obtención del título de
INGENIERO AGRÓNOMO

AUTOR
GÓMEZ RIVERA SEBASTIÁN ALBERTO

TUTOR
ING. PILALOA DAVID WILMER OMAR, M.SC.

EL TRIUNFO – ECUADOR

2023



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

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, **Ing. Wilmer Pilaloe David, M.Sc.**, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: **EVALUACIÓN DE KUDZU (*Pueraria thomsonii*) APLICADO COMO ABONO VERDE PARA LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE FERTILIZANTE NITROGENADO EN LECHUGA (*Lactuca sativa*)**, realizado por el estudiante **GÓMEZ RIVERA SEBASTIÁN ALBERTO** con cédula de identidad N° **0302081518** de la carrera de **INGENIERÍA EN AGRONOMÍA**, Programa Regional de Enseñanza Dr. Jacobo Bucaram Ortiz, Campus El Triunfo, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto, se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

Ing. Wilmer Pilaloe David, M.Sc.
TUTOR



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

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: **EVALUACIÓN DE KUDZU (*Pueraria thomsonii*) APLICADO COMO ABONO VERDE PARA LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE FERTILIZANTE NITROGENADO EN LECHUGA (*Lactuca sativa*)**, realizado por el estudiante **GÓMEZ RIVERA SEBASTIÁN ALBERTO** el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

Ing. David Macías Hernández, M.Sc.
PRESIDENTE

Ing. Freddy Gavilánez Luna, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

Ing. Wilmer Pilaloa David, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

Milagro, 24 de marzo del 2023

Dedicatoria

El presente trabajo de titulación va dedicado a Dios, por permitirme alcanzar en estos cinco años este objetivo.

A mis padres Jesús Alberto Gómez y María Eulalia Rivera, que me han brindado su apoyo y amor en el día a día para este logro.

A Sansón y Copito por acompañarme y formar parte de este proceso con su hermosa forma de compartir alegrías.

Agradecimiento

Extiendo mi agradecimiento a:

El Dr. PhD. Jacobo Bucaram Ortiz, Rector Fundador de la Universidad Agraria del Ecuador.

A la Dra. PhD. Martha Bucaram Leverone, Rectora de la Universidad Agraria del Ecuador.

MSc. Wilmer Pilaloa David, director de la Tesis por todo el tiempo y paciencia que me brindó.

A todos los profesores de la sede del Programa Regional de Enseñanza Dr. Jacobo Bucaram Ortiz campus El Triunfo.



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

Autorización de Autoría Intelectual

Yo, **GÓMEZ RIVERA SEBASTIÁN ALBERTO**, en calidad de autor del proyecto realizado, sobre: **EVALUACIÓN DE KUDZU (*Pueraria thomsonii*) APLICADO COMO ABONO VERDE PARA LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE FERTILIZANTE NITROGENADO EN LECHUGA (*Lactuca sativa*)**, por la presente autorizo a la UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autor me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

El Triunfo,

GÓMEZ RIVERA SEBASTIÁN ALBERTO
C.I. 0302081518

Índice general

PORTADA.....	1
APROBACIÓN DEL TUTOR	2
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
AUTORIZACIÓN DE AUTORÍA INTELECTUAL.....	6
Índice de Tablas	11
Índice de Figuras.....	12
RESUMEN	13
ABSTRACT.....	14
1. Introducción.....	15
1.1 Antecedentes del problema.....	15
1.2 Planteamiento y formulación del problema	16
1.2.1 Planteamiento del problema	16
1.2.2 Formulación del problema	16
1.3 Justificación de la investigación	16
1.4 Delimitación de la investigación	17
1.5 Objetivo general	18
1.6 Objetivos específicos.....	18
2. Marco teórico.....	19
2.1 Estado del arte.....	19
2.2 Bases teóricas	20
2.2.1 Taxonomía de la lechuga.....	20
2.2.2 Origen de la lechuga	21

2.2.3 Descripción botánica	21
2.2.3.1 Raíz	21
2.2.3.2 Tallo	21
2.2.3.3 Hojas	21
2.2.3.4 Flores	22
2.2.4 Variedades	22
2.2.5 Importancia económica	22
2.2.6 Principales provincias productoras	22
2.2.7 Manejo agronómico del cultivo	23
2.2.7.1 Preparación de terreno	23
2.2.7.2 Siembra	23
2.2.7.3 Control de malezas	24
2.2.7.4 Riego	24
2.2.7.5 Fertilización	24
2.2.8 Plagas	25
2.2.9 Enfermedades	25
2.2.10 Definición de abonos verdes	26
2.2.11 Taxonomía del kudzu	26
2.2.12 Origen del kudzu	26
2.2.13 Descripción botánica del kudzu	27
2.3 Marco legal	28
3.1 Enfoque de la investigación	29
3.1.1 Tipo de investigación	29
3.1.2 Diseño de investigación	29
3.2 Metodología	29

3.2.1 Variables	29
3.2.1.1 Variable independiente	29
3.2.1.2 Variables dependientes	29
3.2.1.2.1 Altura de la planta	30
3.2.1.2.2 Número de hojas por plantas	30
3.2.1.2.3 Ancho de la hoja	30
3.2.1.2.4 Rendimiento	30
3.2.1.2.5 Análisis Costo/Beneficio	31
3.2.2 Tratamientos	31
3.2.3 Diseño experimental	32
3.2.4 Recolección de datos	32
3.2.4.1 Recursos	32
3.2.4.2 Métodos y técnicas	33
3.2.4.3 Manejo del experimento	33
3.2.4.3.1 Preparación del suelo	33
3.2.4.3.2 Siembra	34
3.2.4.3.3 Fertilización	34
3.2.4.3.4 Control de malezas	34
3.2.4.3.5 Riego	34
3.2.4.3.6 Control fitosanitario	34
3.2.4.3.7 Cosecha	34
3.2.5 Análisis estadístico	35
4. Resultados	36
4.1 Efecto de la sustitución mediante la aplicación parcial de fertilizantes nitrogenado por abonos verdes del cultivo de lechuga (<i>Lactuca sativa</i>).	36

4.1.1. Altura de la planta	36
4.1.2 Número de hojas por planta	37
4.1.3 Ancho de las hojas.....	38
4.2 Identificación del mejor Tratamiento de abono verde para la sustitución parcial de fertilizantes nitrogenados en el cultivo de lechuga (<i>Lactuca sativa</i>).....	39
4.2.1 Rendimiento.....	39
4.3 Utilidad económica de los tratamientos mediante la relación beneficio – costo.....	40
5. Discusión	42
6. Conclusiones.....	44
7. Recomendaciones.....	45
8. Bibliografía	46
9. Anexos	52

Índice de Tablas

Tabla 1. Tratamientos en estudio.....	31
Tabla 2. Características de la parcela.....	32
Tabla 3. Esquema de análisis de varianza.....	35
Tabla 4. Altura de la planta (cm)	36
Tabla 5. Número de hojas por planta	37
Tabla 6. Ancho de la hoja (cm)	38
Tabla 7. Rendimiento (kg/ha).....	40
Tabla 8. Análisis Costo/Beneficio.....	41
Tabla 9. Datos de la altura de la planta (cm)	52
Tabla 10. Análisis estadístico de altura de la planta (cm)	52
Tabla 11. Datos de números de hojas por planta.....	53
Tabla 12. Análisis estadístico de número de hojas por planta	53
Tabla 13. Datos de ancho de la hoja (cm)	54
Tabla 14. Datos estadísticos de ancho de la hoja (cm).....	54
Tabla 15. Datos de rendimiento (kg/ha)	55
Tabla 16. Análisis estadístico de rendimiento (kg/ha)	55

Índice de Figuras

Figura 1. Recolección de kudzu para tratamientos en finca “Olmedo” ubicada en el cantón Naranjal.	56
Figura 2. Kudzu recolectado para utilización en las parcelas de experimentación.	56
Figura 3. Delimitación de las áreas experimentales y siembra del cultivo.....	57
Figura 4. Incorporación de kudzu en las áreas experimentales con dosis respectivas a tratamientos sugeridos.	57
Figura 5. Cultivo a veinte días de tratamientos aplicados.	58
Figura 6. Control manual de malezas en el área de investigación y control fitosanitario.	58
Figura 7. Riego por inundación en el área experimental.	59
Figura 8. Aplicación de dosis de nitrógeno en áreas experimentales.....	59
Figura 9. Visita de tutor, inspección da áreas experimentales y cosecha del cultivo	60
Figura 10. Toma de datos altura de la planta.....	60
Figura 11. Toma de datos peso de la planta	61
Figura 12. Culminación de la investigación en el área experimental.....	61
Figura 13. Análisis del suelo del área de investigación	62

Resumen

El presente trabajo experimental fue realizado en la Hacienda “HG” del recinto “San Vicente” ubicado en el cantón La Troncal provincia del Cañar. El objetivo general fue evaluar diferentes dosis de kudzu aplicado como abono verde para la sustitución parcial de fertilizantes edáficos en lechuga (*Lactuca sativa*). Los objetivos específicos fueron: comparar el efecto de la sustitución mediante la aplicación parcial de fertilizantes edáficos por abonos verdes del cultivo de lechuga, identificar el mejor tratamiento de abono verde para la sustitución parcial de fertilizantes nitrogenados en el cultivo y definir la utilidad económica de los tratamientos mediante la relación beneficio – costo. Las variables evaluadas fueron: número de hojas, altura de planta, ancho de hoja, peso de la lechuga y análisis costo - beneficio. Se empleó una distribución de bloques completos al azar con arreglo factorial 4 x 2, compuesto por 8 tratamientos y 3 repeticiones de cada uno, obteniendo 24 unidades experimentales. Se aplicó el análisis de varianza y la comparación de promedios se realizó mediante la prueba de Tukey al 5% de probabilidad para identificar el mejor tratamiento. Los resultados mostraron que las interacciones entre Kudzu + N en los tratamientos obtuvieron los siguientes resultados. El mejor promedio fue del tratamiento número 5 (Kudzu 2kg/m² 100% N) con 30517.5 kg/ha, con una rentabilidad de 1,59. El mejor tratamiento para la sustitución parcial de un abono nitrogenado fue el número 2 (Kudzu 3kg/m² 50% N) con 29847.75 kg/ha, con una rentabilidad de 1,26.

Palabras claves: Abono, kudzu, lechuga, *Lactuca sativa*, sustitución parcial.

Abstract

The present experimental work was carried out at the "HG" farm in "San Vicente" located in the canton of La Troncal, province of Cañar. The general objective was to evaluate different doses of kudzu applied as green manure for the partial substitution of edaphic fertilizers in lettuce (*Lactuca sativa*). The specific objectives were: to compare the effect of partial substitution of edaphic fertilizers for green manure in lettuce, to identify the best green manure treatment for the partial substitution of nitrogen fertilizers in the crop, and to define the economic utility of the treatments through the benefit-cost ratio. The variables evaluated were: number of leaves, plant height, leaf width, lettuce weight and cost-benefit analysis. A randomized complete block distribution with a 4 x 2 factorial arrangement was used, consisting of 8 treatments and 3 replications of each, obtaining 24 experimental units. Analysis of variance was applied and the comparison of averages was carried out using Tukey's test at 5% probability to identify the best treatment. The results showed that the interactions between Kudzu + N in the treatments obtained the following results. The best average was treatment number 5 (Kudzu 2kg/m² 100% N) with 30517.5 kg/ha, with a profitability of 1.59. The best treatment for partial substitution of a nitrogen fertilizer was number 2 (Kudzu 3kg/m² 50% N) with 29847.75 kg/ha, with a profitability of 1.26.

Key words: fertilizer, kudzu, lettuce, ***Lactuca sativa***, partial substitution.

1. Introducción

1.1 Antecedentes del problema

Una de las hortalizas más cultivadas a nivel mundial es la lechuga producida en los países que cuentan con sus 4 estaciones al año, según estudios realizados por la FAO los principales países productores de lechuga en el año 2019 fueron: China, Estados Unidos y la India. Mientras que en Ecuador se produjeron 18 238 toneladas en 2400 Ha (Cabrera, 2021).

El uso de productos orgánicos ha aumentado con el fin de mejorar las sostenibilidad de la agricultura, estos productos se destacan por ayudan a la incorporación de microorganismo, la innovación de productos orgánicos va desde abonos verdes hasta extractos de plantas, los cuales al ser aplicados realizan beneficios al cultivo ayudando a incorporar nutrientes y a mejorar la fauna microbiana del suelo (Andrade y Ayaviri, 2018), porque uno de sus principales problemas es el uso de agroquímicos los que causan que se pierdan estos beneficios aplicados (Rodríguez, 2019).

El Kudzu (*Pueraria thomsonii*) es una leguminosa forrajera que ayuda a elevar el nivel de nitrógeno. Estimula el crecimiento y ayuda a los cultivos asociados al kudzu. Ayuda a tolerar cierto porcentaje de acidez lo cual ayudaría a establecer los cultivos que son sensibles a la acidez de los suelos (Hernández, et al., 2020).

En una investigación se evaluaron, las características físicas químicas del suelo, concentración de elementos en los tejidos de kudzú (*Pueraria thomsonii*) y crotalaria (*Crotalaria juncea*), estudiando variables como: Altura de planta, Peso de la hoja (g), Peso de planta completa (g), Número de vainas por planta, Análisis económico las cuales arrojaron resultado de Crotalaria de 6,01 lig. ácido y kudzú con 5,75 med. Ácido, en cuanto a la proteína bruta el cultivo de crotalaria tiene

valores superiores 24.19%, a los que presentó kudzú con un 19,25% en los 90 días (Haro y Viscanio, 2021).

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

La fertilización representa el 40% de costos de producción, es por esto que surgen las innovaciones orgánicas, el alza de precios de los fertilizantes químicos es uno de los principales problemas, el productor busca disminuir el costo de producción para que el cultivo sea rentable y sustentable (Alemán, Bravo, y Fargas, 2018).

El uso constante de fertilizantes químicos provoca que el suelo se sature y pierda nutrientes en los peores de los casos provoca infertilidad o bloqueo nutrientes en los suelos, la explotación del suelo con agroquímicos es un problema que con el pasar del tiempo se va ampliando, por esta razón se están realizando investigaciones con el fin de usar abonos verdes que ayuden a mejorar la calidad de ambiente (Castillo, 2020).

1.2.2 Formulación del problema

¿Cuál será la mejor dosis de kudzu aplicado como abono verde para la sustitución parcial de fertilizantes edáficos en el cultivo de lechuga (***Lactuca sativa***)?

1.3 Justificación de la investigación

Actualmente el suelo agrícola se encuentra saturado de residuos químicos, los cuales causan infertilidad en los suelos y baja producción. Esta investigación se

realizó con el fin de obtener la mejor dosis de Kudzu como abono verde para lograr sustituir la fertilización edáfica, el mercado orgánico actualmente ocupa un lugar considerable para la economía del país, el uso de kudzu es implementado para tratar de contrarrestar los daños que causan el uso de fertilizantes químicos edáficos lo cual genera residualidad en el suelo (Siliquini y Cardozo, 2018). El Kudzu usado como abono verde promovió el crecimiento vegetativo de la planta, ayudo a la reducción de costos de producción, aumento la vida microbiana del suelo y es amigable con el medio ambiente (Gonzalez, 2019).

El kudzu ayudó a aportar nutrientes en el suelo, este tipo de plantas leguminosas aportan al suelo Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio y Magnesio, los cuales forman parte indispensable en la producción de los cultivos (Arango, 2017).

El cultivo de lechuga es muy consumido, este cultivo depende mucho de sus características físicas al igual que las sanitarias. La importancia de buscar productos que ayuden a la producción de manera orgánica aumentó desde pandemia, donde las personas buscaron más productos orgánicos para mejorar la salud y subir sus defensas con alimentos saludables (Medina, Leiva, y Bardales, 2022). El uso de dosis de kudzu busco mejorar la producción de una forma más amigable para el medio ambiente y una mejor ayuda económica para el productor (Martínez, 2019).

1.4 Delimitación de la investigación

La investigación se llevó a cabo, tomando en consideración los siguientes elementos:

- **Espacio:** Hacienda "HG" Recinto San Vicente, cantón La Troncal, Provincia del Cañar 2°27'33.2"S y 79°24'0.0"W

- **Tiempo:** El trabajo enmarcó un tiempo de seis meses
- **Población:** En el trabajo de experimental, se contó con el aporte del estudiante, docente guía, expertos referenciales, y sobre todo la comunidad.

1.5 Objetivo general

Evaluar las diferentes dosis de kudzu aplicado como abono verde para la sustitución parcial de fertilizantes nitrogenados en lechuga (*Lactuca sativa*) mediante análisis experimental.

1.6 Objetivos específicos

- Comparar el efecto de la sustitución mediante la aplicación parcial de fertilizantes nitrogenados por abonos verdes del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*).
- Identificar el mejor tratamiento de abono verde para la sustitución parcial de fertilizantes nitrogenados en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*).
- Definir la utilidad económica de los tratamientos mediante la relación beneficio – costo.

1.7 Hipótesis

El uso de kudzu como abono verde sustituye la aplicación parcial de fertilizantes nitrogenados en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*).

2. Marco teórico

2.1 Estado del arte

El uso de kudzu va aumentando por la necesidad de suministrar Nitrógeno (N) al suelo en donde se practica monocultivos tales como arroz y maíz, los usos de esta leguminosa ya se aplican desde años atrás, pero como cobertura vegetal las recientes investigaciones lo aplican como extracto vegetal, con el fin de poder reemplazar la fertilización química o sintética, para de esta forma poder mejorar las condiciones físicas y químicas del suelo, estas investigaciones promueven la siembra de estas leguminosas para poder proteger el suelo (Motta, Ocaña y Rojas, 2019). Sin embargo, se postula que su uso podría contribuir a minimizar el uso de fertilizantes nitrogenados y por ende, a reducir los costos de producción de los cultivos para ensilajes (Castro, Mojica, Carulla y Lascano, 2018).

El uso de cultivos de cobertura ayuda a mejorar funciones ecológicas, incentiva la propagación de raíces, accede a una mejor infiltración del agua y mayor aireación del suelo, esto aumenta las poblaciones microbianas benéficas (Basanta, 2019). Los cultivos de cobertura atraen polinizadores, depredadores y parasitoides de insectos plaga. Además, la diversidad de especies, cultivos de leguminosas que pueden ser utilizados como cultivos de cobertura, permite a los productores contar con una variedad de alternativas dependiendo de su ciclo de vida y modo de crecimiento, pudiendo así sembrarlas en diferentes regiones agrícolas, según las condiciones agronómicas (Gómez y González, 2018).

Las leguminosas kudzú (*Pueraria thomsonii*) y crotalaria (*Crotalaria juncea*) están adaptadas a distintos tipos de suelos, ambas leguminosas tienen altos valores de concentración de nitrógeno lo que permite un contenido proteico favorable como alimento para animales y beneficios al suelo (López y Briceño,

2018). Para microbiología, las unidades formadoras de colonias por gramo (UFC/g) fueron más altas en bacterias y hongos que en *Crotalaria*. Kudzú y *Crotalaria* fueron las dos leguminosas con mayor respuesta agronómica a los 90 días en cada una de las variables evaluadas, a excepción del número de vainas de *Crotalaria*, presentaron el mayor valor a los 60 días (López y Raymundo, 2021).

La aplicación de fertilizantes químicos aumenta los costos de producción en los huertos y puede causar contaminación ambiental. La alternativa es utilizar leguminosas perennes, rastreras, tolerantes a la sombra que produzcan la mayor biomasa por hectárea, una leguminosa que reúne estas características es el árbol Kudzu del género *Pueraria* (Berdeja y Méndez, 2022). Estas plantas promueven las propiedades físicas (retención de agua), químicas (aumento del contenido de nutrientes) y biológicas (aumento de la biodiversidad microbiana) del suelo (Suquilanda, 2017). Aunque las especies de kudzu se consideran invasoras, los cultivadores de estas plantas deben arar cuando están en plena floración para evitar la formación de vainas y granos maduros, y también deben controlar el kudzu con herbicidas para que no invada otras tierras (Persa, 2022).

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Taxonomía de la lechuga

La taxonomía de la lechuga la ubica dentro del reino Plantae y división Macrophyllaphita, siendo su clase Paenopsida. Pertenece a las Asterales y a la familia Asteraceae/Compositae. En el sistema binomial de Linneo, pertenece al género ***Lactuca*** y a la especie ***sativa*** (Muñoz, 2018).

2.2.2 Origen de la lechuga

La lechuga es originaria de Asia Menor y probablemente se deriva de la lechuga (*Lactuca scariola*) que crece de forma silvestre en la mayoría de las regiones templadas. La lechuga (*Lactuca sativa L.*) pertenece a la familia Compositae, género Lactuca, e incluye unas 100 especies (León y Jaramillo, 2022).

2.2.3 Descripción botánica

2.2.3.1 Raíz

Es pivotante, llega a medir hasta 30 cm. Posee un sistema radicular muy bien desarrollado, estando de forma igualitaria la ramificación y la compactación del suelo; así un suelo suelto tendrá lechugas con un sistema radicular más denso y profundo que un suelo compacto (Pérez, 2021).

2.2.3.2 Tallo

Los tallos son pequeños, muy cortos, cilíndricos y no ramificados cuando la planta está en el momento óptimo de cosecha; sin embargo, al final del período comercial, el tallo se extiende a 1,2 m, con una rama terminal y la presencia en cada extremo de las ramas terminales de la inflorescencia (Martínez, 2019).

2.2.3.3 Hojas

Son numerosas y tienen una base ancha, también ovalados, alargados, brillantes según el tipo y la variedad. En las variedades de repollo, las hojas inferiores se agrandan y alargan, formando gradualmente un repollo (Mendoza y Vicente, 2020).

2.2.3.4 Flores

Hermafroditas, se agrupan en capítulos de color blanco amarillento, con cinco estambres fusionados y un ovario diploide con un solo óvulo que producirá semillas. La fertilización es complaciente. En exterior, su tasa de fecundación cruzada es del 1% al 2% (Meza, 2018).

2.2.4 Variedades

La variedad de lechugas romanas, no forman un verdadero cogollo, las hojas son oblongas, con bordes exactos y nervio central ancho, acogolladas forman un cogollo apretado de hojas, de hojas sueltas sus hojas son dispersas y sueltas, lechuga espárrago sus, hojas son puntiagudas y lanceoladas. Se cultivan principalmente en China y la India (Navarrete, 2019).

2.2.5 Importancia económica

Según datos de FAOSTAT, en el 2019 en Ecuador, la superficie cosechada se estima en 3.000 hectáreas, la producción es de unas 18.238 toneladas; En 1963 Ecuador obtuvo la mejor producción, de 1500 hectáreas se cosecharon unas 25.000 toneladas, que fue el año de mayor producción (FAOSTAT, 2019).

La producción a nivel mundial de este cultivo se estima en 26 866 557 toneladas anuales con una utilidad de 21,89 t ha⁻¹ promedio (Recompenza, 2018).

2.2.6 Principales provincias productoras

En Ecuador existen 1 145 ha cultivadas de lechugas con un rendimiento promedio de 7,9 ton/ha, de las cuales el 70% son criollas y el 30% variedades rojas, roma o lechugas. Las provincias más productivas son: Cotopaxi (81 ha),

Tungurahua (325 ha) y Carchi (96 ha) y es así como los ecuatorianos eligen cultivar repollo o lechuga criolla (Pertierra y Quispe, 2020).

2.2.7 Manejo agronómico del cultivo

2.2.7.1 Preparación de terreno

La preparación del suelo para la lechuga requiere una preparación cuidadosa y completa. El suelo debe ser removido por segmentos de cultivadores, dejando el suelo suelto, luego se debe aplicar materia orgánica, distribuida uniformemente por difusión. A continuación, debe intentar nivelar el suelo para facilitar el riego, sea cual sea el método o sistema de riego que desee adoptar más adelante (Rivero, 2017).

2.2.7.2 Siembra

La lechuga se puede sembrar por siembra directa o trasplante; El trasplante es generalmente el método más utilizado y efectivo para esta hortaliza. El injerto implica mover la planta desde la bandeja de germinación hasta su posición final en el campo. La inoculación se realiza 25 o 30 días después de que las semillas hayan germinado en el tanque (Díaz, 2018). El espaciamiento de las plantas de lechuga depende en gran medida del cultivar; si es una variedad de corta duración, puede llegar a dar 18 plantas/m². La siembra se realiza en camas o en partes planas y la distancia entre plantas puede ser de hasta 25 cm por cada lado, es importante mantener una distancia mínima entre plantas de 25 cm. Para variedades más altas, es posible sembrar con un espacio entre plantas de 35-40 (Paterlini, González y Picone, 2019).

2.2.7.3 Control de malezas

El control de malezas en vegetales se llama control de malezas. Las malas hierbas son plantas de especies que se diferencian de las plantas que crecen allí de una manera indeseable, dañándola de varias maneras, como compitiendo por los nutrientes o eliminando la luz solar (Mendoza y Jaramillo, 2019). La erradicación de malas hierbas es fundamental para el buen crecimiento de las plantas. El control de malezas se puede lograr labrando el suelo, removiendo el suelo con una azada o un rastrillo. Esto debe hacerse regularmente, especialmente en condiciones de maleza (Silva, 2017).

2.2.7.4 Riego

El riego es una operación básica en cualquier cultivo, especialmente para las hortalizas. En el cultivo de lechugas, el primer riego debe hacerse inmediatamente después del trasplante (Barrera y Contreras, 2019). El riego debe realizarse con una frecuencia de 15-20 días. Para conservar los tubérculos se debe introducir una escasez de agua de riego, se debe interrumpir el agua 30 o 15 días antes de la cosecha (Inatec, 2018).

2.2.7.5 Fertilización

La lechuga, como cualquier otro cultivo, depende en gran medida de una fertilización adecuada para lograr buenos rendimientos, las fertilizaciones se deben realizar en base a los resultados del análisis de suelo (Garay, Santacruz, Godoy y Caballero, 2019). La cantidad de biomasa que producen las raíces, tallos y hojas determina la cantidad de fertilizante que necesita una planta de lechuga, por lo que la cantidad de nutrientes necesaria dependerá de factores como la variedad, el ciclo

de cultivo, etc. La lechuga absorbe nutrientes como proteína (N), óxido de fósforo (P₂O₅), óxido de potasio (K₂O). El porcentaje de plantas que absorben nutrientes depende de la biomasa (Linares, 2019).

2.2.8 Plagas

Entre las principales plagas se encuentra el pulgón rosado el cual se puede identificar muy fácil ya que provoca síntomas como el enrollamiento de la hoja presencia de miel en las hojas y la aparición de negrilla que se desarrolla sobre la melaza en las hojas y el movimiento de hormigas por la presencia de miel de rocío o melaza, que es utilizada por ellas, brindándole protección a los pulgones de otros insectos (Zamora, 2018). El gusano gris es una plaga que ataca a la mayoría de plantas con importancia comercial, este insecto roe las raíces de las plantas jóvenes, esto provoca una menor absorción de agua y nutrientes, provocando la muerte de la planta en circunstancias severas. (Pinchi, 2018).

2.2.9 Enfermedades

Las principales enfermedades que atacan a las plantas de lechuga son la cenicilla (*Erysiphe cichoracearum*) caracterizada por un micelio lechoso en el limbo, las hojas comienzan a marchitarse hasta marchitarse, lo cual puede ser controlado con azufre; el moho (*Bremia lactucae*) desarrolla manchas amarillas entre las costillas y eventualmente se seca, está controlado por cobre; la esclerosis lateral amiotrófica (*Sclerotinia sclerotium*), que provoca pudrición blanda en la base del árbol, se recomienda polarizar y controlar con Trichoderma; La enfermedad del marchitamiento por Pythium provoca la estrangulación del tallo, por lo que se debe evitar el encharcamiento ya que este es el vehículo para la

propagación del mencionado hongo, cuyas hojas comienzan a amarillear y las hojas exteriores se dañan y mueren; la marchitez causada por el hongo *Rhizoctonia solani* Kuhn provoca lesiones rojas en la base de las hojas y estas lesiones se propagan hasta causar pudrición del cuello, por lo que es necesario evitar el encharcamiento o utilizar acolchado plástico; El moho gris (*Botrytis cinerea Pers*) provoca la podredumbre acuosa desde las hojas en contacto con el suelo hasta el tallo, el control eficaz es la fumigación con caldo bordelés. (Ravelo, 2019).

2.2.10 Definición de abonos verdes

El abono verde o los cultivos de cobertura son cultivos que ayudan a mejorar la cobertura del suelo y mejorar las propiedades del suelo (físicas, químicas y biológicas) para la producción, sus principales funciones son; reducir la erosión, mejorar el nivel de materia orgánica, incrementar el porcentaje de nutrientes disponibles en el suelo y promueve a un equilibrio biológico (Moriya, 2017).

2.2.11 Taxonomía del kudzu

La taxonomía del kudzu lo ubica dentro del reino Plantae y división Magnoliophyta, siendo su clase Magnoliopsida. Pertenece al Fabales y a la familia Fabaceae. En el sistema binomial de Linneo, pertenece al género *Pueraria* y a la especie *thomsonii* (Gómez, 2022).

2.2.12 Origen del kudzu

El kudzu (*Pueraria thomsonii*) es originaria del sudeste asiático y se distribuye en algunos países tropicales, se utiliza para diferentes propósitos, en particular como cobertura del suelo y forraje. Juega un papel importante en la selva, debido

a su excelente adaptabilidad a las condiciones ácidas del suelo. con baja fertilidad; sin embargo, las semillas de esta especie presentan rezago, lo que es responsable del poco éxito alcanzado al inocular los explantes. Para solucionar este problema, es necesario utilizar tratamientos de costras (Zambrano, Figueroa y Rojas, 2019).

2.2.13 Descripción botánica del kudzu

Sus tallos principalmente tienen de 0.03 a 0.6 cm de diámetro y pueden llegar a alcanzar hasta los 7 metros de longitud, sus hojas son largas y trifoliadas aparecen directamente sobre el peciolo que tiene desde 3 a 5 cm de longitud. Las flores en su mayoría de veces presentan una coloración blanca hasta purpuras y se presentan en pares. Las vainas tienen una forma curva, pubescentes de 8 a 10 cm de largo donde se encuentran hasta 20 semillas (Ludeña, 2011).

2.3 Marco legal

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*.

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

Art. 15.- El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua.

Se prohíbe el desarrollo, producción, tenencia, comercialización, importación, transporte, almacenamiento y uso de armas químicas, biológicas y nucleares, de contaminantes orgánicos persistentes altamente tóxicos, agroquímicos internacionalmente prohibidos, y las tecnologías y agentes biológicos experimentales nocivos y organismos genéticamente modificados perjudiciales para la salud humana o que atenten contra la soberanía alimentaria o los ecosistemas, así como la introducción de residuos nucleares y desechos tóxicos al territorio nacional (Gobierno del Ecuador, 2021).

Componente biótico.- Componente con vida de un ecosistema: Especies exóticas o introducidas.- Especies, subespecie, raza, o variedad de animal, planta o microorganismo no nativo de un determinado espacio geográfico como producto de una actividad humana o natural (Presidencia de la República, 2018).

Constituyen principios de aplicación de la Ley de Semillas los siguientes: a) Sostenibilidad: Garantiza la producción de semillas mediante el fortalecimiento del adecuado uso de la agrobiodiversidad; b) Sustentabilidad: Aprovechamiento eficiente y conservación de la agrobiodiversidad, para garantizar la soberanía y seguridad alimentarias (Gobierno del Ecuador, 2017).

3. Materiales y métodos

3.1 Enfoque de la investigación

3.1.1 Tipo de investigación

Esta investigación fue de tipo experimental, la cual busco evaluar la aplicación de diferentes dosis de kudzu como abono verde para la sustitución parcial de fertilizante nitrogenado en lechuga (*Lactuca sativa*). Donde la información fue recolectada en el campo para determinar las variables propuestas.

3.1.2 Diseño de investigación

Para el desarrollo de la investigación se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar factorial a x b, donde se expuso las variables en estudio y se canalizó la información para así determinar la veracidad de la información, objetivando la obtención de resultados.

3.2 Metodología

3.2.1 Variables

Según el tipo de investigación, se incluyen las variables.

3.2.1.1 *Variable independiente*

Aplicación de diferentes dosis de kudzu

3.2.1.2 *Variables dependientes*

Las variables de respuesta que serán valoradas en esta investigación son las que se detallan a continuación: altura de la planta, numero de hojas por planta, ancho de la hoja, peso de la planta completa ya análisis costo – beneficioso.

3.2.1.2.1 Altura de la planta (cm)

Se valoró la altura de 20 plantas (cm) en función a la dosis de kudzu aplicada, desde el cuello del tallo hasta el inicio de la raíz de cada planta. Estas plantas se seleccionaron de forma aleatoria desde el área útil de cada parcela al momento de su cosecha.

3.2.1.2.2 Número de hojas por plantas

De las mismas plantas seleccionadas en la variable anterior se determinó el número de hojas en 20 plantas, para luego ser promediados por unidad experimental.

3.2.1.2.3 Ancho de la hoja

Igualmente, de las plantas seleccionadas en las variables anteriores, se escogieron tres hojas una grande, mediana y pequeña en cada planta para la medición de su ancho, utilizando una cinta métrica, en centímetros. Al final, este dato se presentará como promedio.

3.2.1.2.4 Rendimiento

De las plantas seleccionadas en las variables anteriores, se escogieron las plantas seleccionadas en el área experimental para proceder a pesarlas, utilizando una balanza digital, en gramos. Al final, este dato se presentará como promedio, expresado el resultado en kg/ha.

3.2.1.2.5 Análisis Costo/Beneficio

Esta variable fue medida al final de la investigación y tomada en base al presupuesto total y los costos aplicados, entre otras labores. La fórmula utilizada fue la siguiente:

$$RBC = \frac{IT}{CT} - 1$$

RBC = Relación Beneficio Costo, IT= Ingresos totales y CT= Costos Totales

3.2.2 Tratamientos

Los tratamientos evaluados se detallan en la tabla 1. Estas corresponden a tres dosis de kudzu, dos dosis de químicos comerciales, cuyas interacciones dan un total de ocho tratamientos, la fórmula de fertilización química se definió en función de los resultados del análisis de suelo.

Tabla 1. Tratamientos en estudio

Nº	FACTOR A	FACTOR B	COMBINACIONES
1	a1: Abono verde Kudzu 2 kg/m ²	b1: 50% N	a1b1
2	a2: Abono verde Kudzu 3 kg/m ²	b1: 50% N	a2b1
3	a3: Abono verde Kudzu 4 kg/m ²	b1: 50% N	a3b1
4	a4: Testigo químico comercial 0 kg/m ²	b1: 50% N	a4b1
5	a1: Abono verde Kudzu 2 kg/m ²	b2: 100% N	a1b2
6	a2: Abono verde Kudzu 3 kg/m ²	b2: 100% N	a2b2
7	a3: Abono verde Kudzu 4 kg/m ²	b2: 100% N	a3b2
8	a4: Testigo químico comercial 0 kg/m ²	b2: 100% N	a4b2

Tratamientos de estudio a utilizarse
Gómez, 2023

3.2.3 Diseño experimental

El diseño experimental que se implementó en este trabajo fue el de bloques completos al azar con arreglo factorial 4 x 2, el cual consistió en realizar ocho tratamientos indicados en la tabla 1, cada uno fue valorado a través de tres repeticiones. La delimitación del ensayo puede observarse en la tabla 2, además de croquis respectivo que se indica en los anexos.

Tabla 2. Características de la parcela

Tipo de diseño	Bloques al azar
Número de tratamientos	8
Número de repeticiones	3
Número de unidades experimentales	24
Ancho de la parcela	3
Longitud de la parcela	3
Distancia entre plantas	0.2 m
Distancia entre hileras	0.6 m
Distancia entre repeticiones	1.5 m
Área total de la unidad experimental	216 m ²
Área útil de la unidad experimental	5,28 m ²
Área total del ensayo	288 m ²
Área útil del ensayo	126.72 m ²

Características y delimitación de experimento
Gómez, 2023

3.2.4 Recolección de datos

3.2.4.1 Recursos

El presente trabajo experimental se basó en la búsqueda de información en la biblioteca virtual de la Universidad Agraria del Ecuador, Google académico, bases de datos científicas (Scielo, Redalyc y Elsevier) folletos, revistas científicas, libros, monografías, tesis en repositorios de Universidades ecuatorianas y extranjeras.

- Impresora
- Resmas de papel
- Computadora
- Cámara fotográfica
- Memoria USB
- Bolígrafo
- Cinta métrica
- Cuaderno de apuntes
- Machete
- Estacas
- Plántulas

3.2.4.2 Métodos y técnicas

Los métodos y técnicas utilizados fueron de acuerdo con el tipo de investigación. Cabe indicar que, el detalle de cómo se realizó la recolección de datos aplicando las diferentes técnicas o métodos se detallaron en esta sección. Se escogieron 20 plantas por cada tratamiento señalándolos con un letrero que identifique el número de tratamiento a estudiar. Las mismas que constituyen las unidades experimentales. Se llevó un manejo agronómico adecuado al cultivo, con su respectivo riego, fertilización y control fitosanitario.

3.2.4.3 Manejo del experimento

3.2.4.3.1 Preparación del suelo

La preparación del suelo se lo empleo dos semanas antes de la siembra, mediante el uso de un azadón para dejar el terreno suelto, quince días antes de la siembra se incorporó las diferentes dosis de kudzu definidas en los tratamientos y de esa forma quedo listo para que la planta pueda ser trasplantada.

3.2.4.3.2 Siembra

La siembra se realizó con la ayuda de un espeque introduciendo la plántula en el hueco a una distancia de 0.20 m entre planta y 0.60 m entre hilera. La variedad utilizada fue Starfighter. (Ver Anexo 3).

3.2.4.3.3 Fertilización

La fertilización se realizó según las determinaciones indicadas en los resultados del análisis de suelo donde fueron las siguientes: NH₄ 16 ug/ml, P 48 ug/ml y K 29 ug/ml por lo cual se definieron ocho tratamientos para realizarlos antes de la siembra (Ver Anexo 4).

3.2.4.3.4 Control de malezas

Esta labor se realizó de forma manual arrancando toda planta considerada invasora para que la planta siga su proceso de crecimiento (Ver Anexo 6).

3.2.4.3.5 Riego

El riego se realizó por inundación con la ayuda de una bomba en función a las características y necesidades del medio (Ver Anexo 7).

3.2.4.3.6 Control fitosanitario

El control fitosanitario se dio en base al umbral económico del monitoreo permanente que se realizó mientras se realizaban labores de control de malezas donde no hubo presencia de ningún tipo de plaga (Ver Anexo 6).

3.2.4.3.7 Cosecha

Esta labor se realizó cuando el cultivo presento síntomas de haber terminado su proceso fisiológico, el cual permitió recolectar toda la información requerida para este trabajo experimental (Ver Anexo 9).

3.2.5 Análisis estadístico

Todos los datos que se obtuvieron del campo fueron sometidos al análisis de varianza y la comparación de promedios se realizó con el test de Tukey, al 5% de probabilidad. Este análisis se realizó con el software Infostat, versión estudiantil. El modelo de análisis de varianza puede observarse en la tabla 3.

Tabla 3. Esquema de análisis de varianza

Fuente de Variación	Grados de libertad
Factor A (a - 1)	3
Factor B (b - 1)	1
Factor A * Factor B (a - 1) (b - 1)	3
Repeticiones (r - 1)	2
Error experimental (ab - 1) (r - 1)	14
Total (abr - 1)	23

Análisis estadístico de las fuentes de variación y grados de libertad
Gómez, 2023

4. Resultados

4.1 Efecto de la sustitución mediante la aplicación parcial de fertilizantes nitrogenado por abonos verdes del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*).

4.1.1. Altura de la planta

En la tabla 4 se muestra los resultados obtenidos al analizar la altura de la planta, mediante el análisis de varianza y test de Tukey se demostró estadísticamente que no existen diferencias significativas del Factor A, los mejores promedios fueron Kudzu 2kg/m² con 27,56 cm seguido por Kudzu 3kg/m² con 27,34 cm. En el Factor B existen diferencias significativas donde el mejor promedio fue N100% con 24.78 cm, en las interacciones existen diferencias significativas estadísticamente el mejor tratamiento de estas dos variables en cuestión a la altura de la planta es el número 5, Kudzu 2kg/m² 100% N con 32.18 cm y el tratamiento más bajo es el número 7, Kudzu 4kg/m² 100% N con 19.01 cm. El coeficiente de variación alcanzado en la evaluación fue de 1.44.

Tabla 4. Altura de la planta (cm)

N°	Tratamientos		Promedio
	Factor A	Factor B	
1	Kudzu 2kg/m ²	50 % N	22.94 d
2	Kudzu 3kg/m ²	50 % N	26.72 c
3	Kudzu 4kg/m ²	50 % N	20.11 e
4	Kudzu 0kg/m ²	50 % N	20.45 e
5	Kudzu 2kg/m ²	100% N	32.18 a
6	Kudzu 3kg/m ²	100% N	27.95 b
7	Kudzu 4kg/m ²	100% N	19.01 f

8	Kudzu 0kg/m ²	100% N	19.97 e f
		CV %	1.44

Promedios de la altura de la planta
Gómez, 2023

4.1.2 Número de hojas por planta

En la tabla 5 se muestra los resultados obtenidos al analizar el número de hojas por planta, mediante el análisis de varianza y test de Tukey se demostró estadísticamente que no existen diferencias significativas del Factor A siendo el mejor promedio Kudzu 0kg/m² con 31.63 hojas seguido por Kudzu 3kg/m² con 31.16 y el promedio más bajo Kudzu 2kg/m² con 30.65 hojas. En el Factor B no existen diferencias significativas el mejor promedio fue N100% con 31.16 hojas seguido por N 50% con 30.92 hojas, en las interacciones no existe diferencias estadísticamente, el mejor tratamiento de estas dos variables en cuestión al número de hojas por planta, es el número 8, testigo químico comercial 100% N con 31.80 hojas seguido por el tratamiento número 4, Kudzu 0kg/m² 50% N con 31.45 hojas y el tratamiento con promedio más bajo es el número 1, Kudzu 2kg/m² 50% N con 30.15 hojas. El coeficiente de variación alcanzado en la evaluación fue de 2.83.

Tabla 5. Número de hojas por planta

N°	Tratamientos		Promedio
	Factor A	Factor B	
1	Kudzu 2kg/m ²	50 % N	30.15 a
2	Kudzu 3kg/m ²	50 % N	31.15 a
3	Kudzu 4kg/m ²	50 % N	30.93 a
4	Kudzu 0kg/m ²	50 % N	31.45 a

5	Kudzu 2kg/m ²	100% N	31.15 a
6	Kudzu 3kg/m ²	100% N	31.17 a
7	Kudzu 4kg/m ²	100% N	30.53 a
8	Kudzu 0kg/m ²	100% N	31.80 a
		CV %	2.83

Promedios de número de hojas por planta
Gómez, 2023

4.1.3 Ancho de las hojas

En la tabla 6 se muestra los resultados obtenidos al analizar el ancho de hojas por planta, mediante el análisis de varianza y test de Tukey se demostró estadísticamente que existen diferencias significativas del Factor A siendo el mejor promedio Kudzu 2kg/m² con 14.50 cm. En el Factor B no existen diferencias significativas siendo el mejor promedio N100% con 13.23 cm, en las interacciones existen diferencias significativas estadísticamente el mejor tratamiento de estas dos variables en cuestión al ancho de las hojas por planta es el número 5, Kudzu 2kg/m² 100% N con 16.96 cm y el tratamiento más bajo es el número 7, Kudzu 4kg/m² 100% N con 9.77 cm. El coeficiente de variación alcanzado en la evaluación fue de 3.10.

Tabla 6. Ancho de la hoja (cm)

Tratamientos			
N°	Factor A	Factor B	Promedio
1	Kudzu 2kg/m ²	50 % N	12.05 c
2	Kudzu 3kg/m ²	50 % N	10.73 d e
3	Kudzu 4kg/m ²	50 % N	11.45 c d

4	Kudzu 0kg/m ²	50 % N	10.69 d e
5	Kudzu 2kg/m ²	100% N	16.96 a
6	Kudzu 3kg/m ²	100% N	11.74 c d
7	Kudzu 4kg/m ²	100% N	9.77 e
8	Kudzu 0kg/m ²	100% N	14.44 b
		CV %	3.10

Promedios de ancho de la hoja
Gómez, 2023

4.2 Identificación del mejor Tratamiento de abono verde para la sustitución parcial de fertilizantes nitrogenados en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*).

4.2.1 Rendimiento

En la tabla 7 se muestra los resultados obtenidos al analizar el peso de la planta completa, mediante el análisis de varianza y test de Tukey se demostró estadísticamente que existen diferencias significativas del Factor A siendo el mejor promedio Kudzu 3kg/m² con 28130.00 kg/ha seguido por el promedio Kudzu 2kg/m² con 27958.13 kg/ha. En el Factor B no existen diferencias significativas el mejor promedio fue N100% con 25120.94 kg/ha seguido del promedio N50% con 24782.50 kg/ha, en las interacciones de estas dos variables en cuestión al peso de las lechugas no existen diferencias significativas estadísticamente, el tratamiento con mejor promedio es el número 5, Kudzu 2kg/m² 100% N con 30517.50 kg/ha seguido del tratamiento número 2, Kudzu 3kg/m² 50% N con 29847.50 kg/ha. El coeficiente de variación alcanzado en la evaluación fue de 2.11.

Tabla 7. Rendimiento (kg/ha)

Tratamientos			
N°	Factor A	Factor B	Promedio
1	Kudzu 2kg/m ²	50 % N	25398.75 b
2	Kudzu 3kg/m ²	50 % N	29847.50 a
3	Kudzu 4kg/m ²	50 % N	21798.75 c
4	Kudzu 0kg/m ²	50 % N	22085.00 c
5	Kudzu 2kg/m ²	100% N	30517.50 a
6	Kudzu 3kg/m ²	100% N	26412.50 b
7	Kudzu 4kg/m ²	100% N	21157.50 c
8	Kudzu 0kg/m ²	100% N	22396.25 c
		CV %	2.11

Promedios del peso de la lechuga
Gómez, 2023

4.3 Utilidad económica de los tratamientos mediante la relación beneficio – costo.

En la Tabla 8 se detalla el análisis beneficio - costo de cada tratamiento en estudio. Donde la variable se ejecutó al final del ensayo, con los gastos de cada tratamiento. El T4 (Testigo químico comercial 50% N) obtuvo el mayor beneficio neto con \$1,67 seguido por el T5 (Kudzu 2kg/m² 100% N) con \$1,59 por hectárea por cada dólar invertido, y el T7 (Kudzu 4kg/m² 100% N) tuvo la rentabilidad más baja \$0,37 por hectárea.

Tabla 8. Análisis Costo/Beneficio

Tratamiento	Costo sin Tratamiento	Costo Tratamiento	Costo total	Rendimiento por parcela	Rendimiento en dólares	Beneficio Neto	RBC
T1 Kudzu 2kg/m ² 50% N	1550	705	2255	25398.75	5079.75	2824.75	1.25
T2 Kudzu 3kg/m ² 50% N	1550	1095	2645	29847.75	5969.55	3324.55	1.26
T3 Kudzu 4kg/m ² 50% N	1550	1425	2975	21798.75	4359.75	1384.75	0.47
T4 Testigo químico comercia l 50% N	1550	105	1655	22085.25	4417.05	2762.05	1.67
T5 Kudzu 2kg/m ² 100% N	1550	810	2360	30517.5	6103.5	3743.5	1.59
T6 Kudzu 3kg/m ² 100% N	1550	1200	2750	26412.75	5282.55	2532.55	0.92
T7 Kudzu 4kg/m ² 100% N	1550	1530	3080	21157.5	4231.5	1151.5	0.37
T8 Testigo químico comercia l 100% N	1550	210	1760	22396.5	4479.3	2719.3	1.55

Análisis de costo – beneficio de los tratamientos utilizados
Gómez, 2023

5. Discusión

De acuerdo con la hipótesis planteada “El uso de kudzu como abono verde sustituye la aplicación parcial de fertilizantes nitrogenados en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*)”, en base a la literatura consultada se obtuvo:

Los resultados obtenidos del primer objetivo sobre comparar el efecto de la sustitución parcial de fertilizantes nitrogenados mediante la aplicación de abonos verdes en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*), el tratamiento con mejor promedio fue el número 5 (Kudzu 2kg/m² 100% N) que obtuvo 32.18 cm en la altura de la planta completa datos estadísticamente similares a los alcanzados por Alemán, Bravo y Fargas (2018) con 31,52 cm en su estudio de sustitución mediante abonos orgánicos. Correspondiente al número de sus hojas se obtuvo 31.15 y 19.96 cm en el ancho de estas. Su peso fue de 406.90 gramos esto difiere a Chango (2020) que en su trabajo experimental de sustitución parcial de fertilizantes alcanza promedios en peso de 315.16 gramos.

En el segundo objetivo para la identificación del mejor tratamiento de abono verde para la sustitución parcial de fertilizantes nitrogenados el mejor tratamiento fue el número 2 (Kudzu 3kg/m² 50% N) obtuvo los promedios 26.72 cm en la altura de la planta, 31.15 en el número de sus hojas, 10.73 cm en el ancho de las hojas y 397.97 gramos estos resultados son superiores al de Ravelo (2019) donde obtuvo los siguientes resultados mediante la sustitución parcial orgánica con abonos verdes: longitud de la hoja, con 17,7 cm, en el ancho de la hoja con 8,9 cm, en la altura de planta con 22.5 cm y en peso de la planta con 66.7 gramos. De la misma manera, Cahuaza (2019), afirma que la sustitución parcial de fertilizantes por abonos verdes genera una buena respuesta agronómica en el cultivo de la lechuga.

De acuerdo al tercer objetivo se realizó un análisis beneficio - costo, obteniendo que los tratamientos 2 (Kudzu 3kg/m² 50% N) seguido por el tratamiento 1 (Kudzu 2kg/m² 50% N) obtuvieron rentabilidades aceptables con \$1,26 y \$1,25 por hectárea por cada dólar invertido datos que concuerdan con Gamboa (2020), al tener rentabilidades similares, pero que difieren con la rentabilidad alcanzada por Mendoza y Vicente (2020) al tener \$ 0,80 por cada dólar de inversión. Por lo antes expuesto se acepta la hipótesis planteada.

6. Conclusiones

De acuerdo con los datos obtenidos se concluye:

La variable altura de planta obtuvo un mayor promedio con el tratamiento 5 con 32.18 cm, la variable número de hojas por planta obtuvo un mayor promedio con el tratamiento 8 con 31.80 cm, la variable ancho de hojas por planta obtuvo un mayor promedio con el tratamiento 5 con 16.96 cm, la variable peso de la planta completa obtuvo un mayor promedio con el tratamiento 5 con 406.90 gramos.

De acuerdo con la investigación tomando en cuenta los resultados se puede manifestar que el mejor tratamiento para la sustitución parcial de fertilizantes nitrogenados es el número dos, Kudzu 3kg/m² 50% N con 29847.50 kg/ha.

En relación al beneficio costo el mejor tratamiento fue el número 4 (Testigo químico comercial 50% N) donde obtuvo \$1,67, seguido por el tratamiento número 5 (Kudzu 2kg/m² 100% N) con \$1, 59 y el tratamiento número 8 (Testigo químico comercial 100% N) con \$ 1,55 por hectárea por cada dólar invertido.

7. Recomendaciones

De acuerdo con los resultados obtenidos en este estudio se sugiere:

Para la combinación de fertilización nitrogenada con la sustitución parcial de abonos verdes, se recomienda trabajar 3kg/m² de Kudzu y 50% N con el fin de obtener rendimientos aceptables y reducir la utilización de fertilizantes de origen sintético.

Se recomienda la siembra del kudzu en el área experimental, por los beneficios que ofrece y para que de esta forma se considere rentable en la relación beneficio - costo en la aplicación parcial como abono verde.

Se recomienda investigar el uso de Kudzu como alternativa de abono verde en otros cultivos para la sustitución parcial de la fertilización nitrogenada.

8. Bibliografía

- Alemán, R., Bravo, C., y Fargas, M. (2018). Fertilización orgánica en cultivos de lechuga (*Lactuca sativa* L.) y rábano (*Raphanus sativus* L.) en la Amazonía Ecuatoriana. *Associació Catalana d'Enginyeria Sense Fronteres*, 27(3), 96-100.
- Andrade, C., y Ayaviri, D. (2018). Demanda y Consumo de Productos Orgánicos en el Cantón Riobamba, Ecuador. *Información Tecnológica*, 29(4), 217-226. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642018000400217>
- Arango, M. (2017). *Abonos orgánicos como alternativa para la conservación y mejoramiento de los suelos*. Antioquia, Colombia: Corporación Universitaria Lasallista.
- Barrera, C., y Contreras, S. (2019). *Riego en Hortalizas*. Chile: Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal.
- Basanta, M. (2019). *Evaluación de cultivos de cobertura en INTA Rafaela. Periodo 2015 – 2018*. Rafaela, Argentina: Estación Experimental Agropecuaria Rafaela.
- Berdeja, R., y Méndez, J. (2022). Kudzu (*Pueraria phaseoloides*) una alternativa como abono orgánico en lima Persa. *Agro - Divulgación*, 2(2), 41 - 44.
- Cabrera, J. (2021). *Evaluación de cuatro cultivares de lechuga en parámetros agronomicos similares en la granja Santa Ines* (Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Machala, Machala, Ecuador.
- Cahuaza, C. (2019). *Dosis de compost de kudzu y su influencia en las características agronomicas y rendimiento de Cucumis sativus L. "pepino"*. (Tesis de pregrado). Universidad de la Amazonía Peruana, Iquitos, Perú.

- Castillo, B. (2020). Contaminación por plaguicidas agrícolas en los campos de cultivos en Cañete (Perú). *Espacios*, 41(10), 11-12.
- Castro, E., Mojica, J., Carulla, J., y Lascano, C. (2018). Abonos verdes de leguminosas: integración en sistemas agrícolas y ganaderas del trópico. *Agronomía Mesoamericana*, 29(3), 711-729. doi:doi:10.15517/ma.v29i3.31612
- Chango, W. (2020). *Efecto de un abono organomineral en el rendimiento del cultivo de la lechuga (Lactuca sativa L.)* (Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.
- Díaz, L. (2018). Producción de Cultivo Hidropónico Lechuga (*Lactuca Sativa L.*) para la Promoción de la Autogestión en la Escuela Básica Bolivariana “Los Naranjos”. *Revista Científica*, 2(4), 204-222. doi:https://doi.org/10.29394/scientific.issn.2542-2987.2017.2.4.12.204-222
- FAOSTAT. (2019). *Hortalizas*. Recuperado de <https://www.fao.org/3/as972s/as972s.pdf>
- Gamboa, C. (2020). *Efecto de la turba, humus y NPK en el cultivo de la lechuga (Lactuca sativa) en el Cantón Milagro* (Tesis de pregrado). Universidad Agraria del Ecuador, Milagro, Ecuador.
- Gobierno del Ecuador. (2017). *Ley Orgánica de Agrobiodiversidad, Semillas y Fomento de la Agricultura Sustentable*. Quito, Ecuador: Asamblea Nacional República del Ecuador.
- Gobierno del Ecuador. (2021). *Constitución Política de Ecuador*. Quito, Ecuador: Asamblea Nacional de la República del Ecuador.
- Gómez, R. (2022). Tolerancia de varias leguminosas de cobertura a herbicidas pre y pos emergentes. *Agronomía Costarricense*, 46(2), 101-116.

- Gómez y Gonzáles. (2018). Respuesta de cinco leguminosas de cobertura a la fertilización fosfórica. *Agronomía Mesoamericana*, 29(2), 293-303. doi:doi:10.15517/ma.v29i2.27582
- Gonzalez, K. (2019). *Ficha Técnica Kudzú (Pueraria phaseoloides)*. Recuperado de <https://infopastosyforrajes.com/leguminosas/kudzu/#:~:text=Usos%20del%20K>
- Grandal, N. (2020). *Lechuga: Manual de producción de semillas Hortícolas*. Córdoba, Argentina: Revistas Científicas Argentinas.
- Haro, K., y Viscanio, E. (2021). *Respuesta agronómica del cultivo de kudzú (Pueraria phaseoloides) y clotaria (Crotalaria juncea) en el Cantón La Maná recinto Selva Alegre* (Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Cotopaxi, La Maná, Ecuador.
- Hernández, I., Rosales, P., Ramírez, J., y Pérez, R.. (2020). Incremento del desarrollo de *Pueraria phaseoloides* (Kudzú tropical) por rizobios ácido tolerantes en condiciones de acidez y baja fertilidad. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 10(2), 113-124.
- Inatec. (2018). *Manual del Protagonista: Cultivos de hortalizas. Manual: Nivel de formación y especialidad Técnico General Agropecuario*. Managua, Nicaragua: INATEC.
- Linares, L. (2019). *Acta de horticultura*. Madrid, España: Universitat Politècnica de València.
- León, R., y Jaramillo, J. (2022). Evaluación agronómica y fisiológica de cinco cultivares de lechuga bajo dos sistemas de agricultura protegida en el departamento de Magdalena, Colombia. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 26(1), 79-93. doi: <https://doi.org/10.53897/RevAIA.22.26.06>

- López, M., y Briceño, E. (2018). Efecto de la especie de leguminosa y la fuente de carbohidratos sobre el fraccionamiento de la proteína en mezclas para ensilaje. *Nutrición Animal Tropical*, 12(1), 19-39. doi: <https://doi.org/10.15517/nat.v12i1.33644>
- López, J., y Raymundo, D. (2021). Eficiencia en fijación biológica de nitrógeno de cepas de *Rhizobium* spp. recolectadas en frijol cultivado y silvestre. *Terra Latinoamericana*, 38(4), 841-852. doi: <https://doi.org/10.28940/terra.v38i4.654>
- Martínez, B. (2019). *Evaluación del biosol generado en la producción de biogas, como biofertilizante en el cultivo de lechuga (Lactuca sativa)* (Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Ambato, Cevallos, Ecuador.
- Martínez, B. (2019). *Ficha Técnica Kudzú (Pueraria phaseoloides)*. Caracas, Venezuela: Pastos y Forrajes.
- Medina, K., Leiva, F., y Bardales, C. (2022). Influencia de las concentraciones del bioabono "biol" en el cultivo hidropónico de *Lactuca sativa* var. longifolia (Asteraceae). *Arnaldoa*, 29(1), 137-148. doi: <https://dx.doi.org/10.22497/arnaldoa.291.29108>
- Mendoza, Z., y Jaramillo, N. (2019). *Arvenses asociadas a cultivos y pastizales del Ecuador* (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador.
- Mendoza, B., y Vicente, J. (2020). Fertilizantes orgánicos en la producción de lechuga (*Lactuca sativa*) Crespa verde. *Revista Estudiantil Agro-Vet*, 4(2), 499-503.
- Meza, M. (2018). *Comportamiento de tres técnicas de cultivo hidropónico con lechuga (Lactuca sativa L.) en un sistema acuaponico*. La Convención, Perú: Escuela Profesional de Agronomía Tropical .

- Moriya, K. (2017). *Manejo de suelos*. Paraguay, Asunción: Fundación Solidaridad Latinoamericana.
- Muñoz, A. (2018). *Identificación morfológica de los hongos causantes de la pudrición radicular en lechuga (Lactuca sativa L.) en el valle de Tumbaco*. (tesis de pregrado). Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Navarrete, A. (2019). *Respuesta agronómica de la lechuga (Lactuca sativa L.) con dos tipos de fertilizantes, químico y orgánico a diferentes dosis* (tesis de pregrado). Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.
- Paterlini, H., González, M., y Picone, L. (2019). Producción de lechuga en un suelo con aplicación de compost de cama de pollo. *Ciencia del suelo*, 37(1), 38-50.
- Persa, S. (2022). Kudzu (*Pueraria phaseoloides*) una alternativa como abono orgánico en lima Persa. *Agro-Divulgación*, 10(1), 41-44.
- Pertierra, R., y Quispe, J. (2020). Análisis económico de lechugas hidropónicas bajo sistema raíz flotante en clima semiárido. *La Granja*, 31(1), 118-130. doi:<https://doi.org/10.17163/lgr.n31.2020.09>
- Pinchi, C. (2018). *Determinación del comportamiento de cinco variedades de lechuga roja (Lactuca sativa L.) en el rendimiento, bajo condiciones agroecológicas del valle Huaral 2015*. Barranca, Perú: Scientia Agropecuaria
- Presidencia de la República. (2018). *Código Orgánico del Ambiente*. Quito, Ecuador: Republica del Ecuador Asamblea Nacional.
- Ravelo, A. (2019). *Respuesta agronómica de la lechuga (Lactuca sativa L.) con dos tipos de fertilizantes, químico y orgánico a diferentes dosis*. (Tesis de pregrado). Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.

- Recompenza, C. (2018). *Introducción a la economía agrícola (apuntes para un libro de texto)*. Habana, Cuba: Universidad Agraria de la Habana.
- Rivero, J. (2017). *Densidades de siembra en el rendimiento del cultivo de lechuga (Lactuca sativa L.)*. Tarapoto, Perú: Fondo Editorial.
- Rodríguez, N. (2019). Producción subjetiva sobre la exposición a agroquímicos. *Ciência & Saúde Coletiva*, 24 (3), 1 - 10. doi: <https://doi.org/10.1590/1413-81232018243.01512017>
- Siliquini, O., y Cardozo, M. (2018). Tolerancia de plantines de distintos genotipos de lechuga (*Lactuca sativa L.*) al riego con agua de alto contenido en sales. *Semiárida*, 27(2), 20 - 27.
- Silva, M. (2017). *El cultivo de hortalizas*. La Paz, Bolivia: Naciones Unidas contra la Droga y el Delito.
- Suquilanda, M. (2017). *Manejo agroecológico de suelos*. Quito, Ecuador: Ministerio de Agricultura, Acuicultura y Pesca.
- Zambrano, A., Figueroa, C., y Rojas, V. (2019). Superación de la latencia en semilla de kudzu (*Pueraria phaseoloides (Roxb.) Benth.*). *Aporte Santiaguino*, 12(1), 59-69.
- Zamora, A. (2018). *Efecto de dosis de extracto de Tagetes erecta L. (Copetúa) sobre el Aphis gossypii (pulgón), en el cultivo de la lechuga (Lactuca sativa L.), en áreas del organopónico "la fornet", municipio de Holguín*. (Tesis de pregrado). Universidad de Holguín "Oscar Lucero Moya", Holguín, Cuba.

9. Anexos

Tabla 9. Datos de la altura de la planta (cm)

Nº	Tratamientos	Bloques			Suma	Promedio
		1	2	3		
1	Kudsu 2kg/m ² 50% N	23.12	23.09	22.61	68.81	22.94
2	Kudsu 3kg/m ² 50% N	26.39	27.01	26.76	80.16	26.72
3	Kudsu 4kg/m ² 50% N	20.17	20.00	20.15	60.32	20.11
4	Testigo químico comercial 50% N	20.87	20.22	20.25	61.34	20.45
5	Kudsu 2kg/m ² 100% N	32.50	32.04	31.99	96.52	32.17
6	Kudsu 3kg/m ² 100% N	28.23	27.42	28.20	83.85	27.95
7	Kudsu 4kg/m ² 100% N	18.67	19.35	19.02	57.03	19.01
8	Testigo químico comercial 100% N	19.63	20.21	20.07	59.90	19.97

Gómez, 2023

Tabla 10. Análisis estadístico de altura de la planta (cm)

Variable N R² R² Aj CV
 Altura de planta (cm) 24 1.00 0.99 1.44

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	476.95	9	52.99	457.51	<0.0001
Factor A	344.56	3	114.85	991.54	<0.0001
Factor B	29.68	1	29.68	256.24	<0.0001
Rep	0.02	2	0.01	0.08	0.9272
Factor A*Factor B	102.70	3	34.23	295.53	<0.0001
Error	1.62	14	0.12		
Total	478.58	23			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.57113

Error: 0.1158 gl: 14

Factor A	Medias	n	E.E.	
Kudsu 2kg/m ²	27.56	6	0.14	A
Kudsu 3kg/m ²	27.34	6	0.14	A
Kudsu 0 kg/m ²	20.21	6	0.14	B
Kudsu 4kg/m ²	19.56	6	0.14	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.29801

Error: 0.1158 gl: 14

Factor B	Medias	n	E.E.	
100%N	24.78	12	0.10	A
50% N	22.55	12	0.10	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.44539

Error: 0.1158 gl: 14

Rep	Medias	n	E.E.	
1	23.70	8	0.12	A
2	23.67	8	0.12	A
3	23.62	8	0.12	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.98058

Error: 0.1158 gl: 14

Factor A	Factor B	Medias	n	E.E.	
Kudsu 2kg/m ²	100%N	32.18	3	0.20	A
Kudsu 3kg/m ²	100%N	27.95	3	0.20	B
Kudsu 3kg/m ²	50% N	26.72	3	0.20	C
Kudsu 2kg/m ²	50% N	22.94	3	0.20	D
Kudsu 0 kg/m ²	50% N	20.45	3	0.20	E
Kudsu 4kg/m ²	50% N	20.11	3	0.20	E
Kudsu 0 kg/m ²	100%N	19.97	3	0.20	E F
Kudsu 4kg/m ²	100%N	19.01	3	0.20	F

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Gómez, 2023

Tabla 11. Datos de números de hojas por planta

Nº	Tratamientos	Bloques			Suma	Promedio
		1	2	3		
1	Kudsu 2kg/m2 50% N	30.20	31.60	28.65	90.45	30.15
2	Kudsu 3kg/m2 50% N	30.05	30.85	32.55	93.45	31.15
3	Kudsu 4kg/m2 50% N	30.90	31.05	30.85	92.80	30.93
4	Testigo químico comercial 50% N	32.05	31.40	30.90	94.35	31.45
5	Kudsu 2kg/m2 100% N	32.20	31.00	30.25	93.45	31.15
6	Kudsu 3kg/m2 100% N	31.00	31.35	31.15	93.50	31.17
7	Kudsu 4kg/m2 100% N	31.25	30.05	30.30	91.60	30.53
8	Testigo químico comercial 100% N	32.05	31.35	32.00	95.40	31.80

Gómez, 2023

Tabla 12. Análisis estadístico de número de hojas por planta

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Numero de hojas por planta..	24	0.36	0.00	2.83

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6.14	9	0.68	0.88	0.5615
Factor A	3.61	3	1.20	1.56	0.2430
Factor B	0.35	1	0.35	0.45	0.5114
Rep	0.60	2	0.30	0.39	0.6849
Factor A*Factor B	1.57	3	0.52	0.68	0.5789
Error	10.80	14	0.77		
Total	16.94	23			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.47423

Error: 0.7718 gl: 14

Factor A	Medias	n	E.E.
Kudsu 0 kg/m2	31.63	6	0.36 A
Kudsu 3kg/m2	31.16	6	0.36 A
Kudsu 4kg/m2	30.73	6	0.36 A
Kudsu 2kg/m2	30.65	6	0.36 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.76922

Error: 0.7718 gl: 14

Factor B	Medias	n	E.E.
100%N	31.16	12	0.25 A
50% N	30.92	12	0.25 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.14965

Error: 0.7718 gl: 14

Rep	Medias	n	E.E.
1	31.21	8	0.31 A
2	31.08	8	0.31 A
3	30.83	8	0.31 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.53110

Error: 0.7718 gl: 14

Factor A	Factor B	Medias	n	E.E.
Kudsu 0 kg/m2	100%N	31.80	3	0.51 A
Kudsu 0 kg/m2	50% N	31.45	3	0.51 A
Kudsu 3kg/m2	100%N	31.17	3	0.51 A
Kudsu 2kg/m2	100%N	31.15	3	0.51 A
Kudsu 3kg/m2	50% N	31.15	3	0.51 A
Kudsu 4kg/m2	50% N	30.93	3	0.51 A
Kudsu 4kg/m2	100%N	30.53	3	0.51 A
Kudsu 2kg/m2	50% N	30.15	3	0.51 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Gómez, 2023

Tabla 13. Datos de ancho de la hoja (cm)

Nº	Tratamientos	Bloques			Suma	Promedio
		1	2	3		
1	Kudsu 2kg/m2 50% N	11.90	12.04	12.21	36.15	12.05
2	Kudsu 3kg/m2 50% N	10.74	10.68	10.78	32.20	10.73
3	Kudsu 4kg/m2 50% N	11.38	11.55	11.43	34.35	11.45
4	Testigo químico comercial 50% N	10.59	10.88	10.59	32.05	10.68
5	Kudsu 2kg/m2 100% N	17.04	17.10	16.73	50.86	16.95
6	Kudsu 3kg/m2 100% N	11.87	11.85	11.51	35.23	11.74
7	Kudsu 4kg/m2 100% N	9.76	9.64	9.91	29.30	9.77
8	Testigo químico comercial 100% N	13.90	13.87	15.55	43.32	14.44

Gómez, 2023

Tabla 14. Datos estadísticos de ancho de la hoja (cm)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Ancho de la hoja	24	0.98	0.97	3.10

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	116.47	9	12.94	89.92	<0.0001
Factor A	53.29	3	17.76	123.42	<0.0001
Factor B	23.92	1	23.92	166.20	<0.0001
Rep	0.16	2	0.08	0.54	0.5940
Factor A*Factor B	39.10	3	13.03	90.57	<0.0001
Error	2.01	14	0.14		
Total	118.48	23			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.63662

Error: 0.1439 gl: 14

Factor A	Medias	n	E.E.
Kudsu 2kg/m2	14.50	6	0.15 A
Kudsu 0 kg/m2	12.56	6	0.15 B
Kudsu 3kg/m2	11.24	6	0.15 C
Kudsu 4kg/m2	10.61	6	0.15 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.33218

Error: 0.1439 gl: 14

Factor B	Medias	n	E.E.
100%N	13.23	12	0.11 A
50% N	11.23	12	0.11 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.49646

Error: 0.1439 gl: 14

Rep	Medias	n	E.E.
3	12.34	8	0.13 A
2	12.20	8	0.13 A
1	12.15	8	0.13 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.09301

Error: 0.1439 gl: 14

Factor A	Factor B	Medias	n	E.E.
Kudsu 2kg/m2	100%N	16.96	3	0.22 A
Kudsu 0 kg/m2	100%N	14.44	3	0.22 B
Kudsu 2kg/m2	50% N	12.05	3	0.22 C
Kudsu 3kg/m2	100%N	11.74	3	0.22 C D
Kudsu 4kg/m2	50% N	11.45	3	0.22 C D
Kudsu 3kg/m2	50% N	10.73	3	0.22 D E
Kudsu 0 kg/m2	50% N	10.69	3	0.22 D E
Kudsu 4kg/m2	100%N	9.77	3	0.22 E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Gómez, 2023

Tabla 15. Datos de rendimiento (kg/ha)

N°	Tratamientos	Bloques			Suma	Promedio
		1	2	3		
1	Kudsu 2kg/m ² 5	25425.00	26280.00	24491.25	76196.25	25398.75
2	Kudsu 3kg/m ² 5	29160.00	29636.25	30746.25	89542.5	29847.5
3	Kudsu 4kg/m ² 5	21757.50	21903.75	21735.00	65396.25	21798.75
4	Testigo quimico	22440.00	22076.25	21738.75	66255	22085
5	Kudsu 2kg/m ² 1	31091.25	30390.00	30071.25	91552.5	30517.5
6	Kudsu 3kg/m ² 1	26385.00	26475.00	26377.50	79237.5	26412.5
7	Kudsu 4kg/m ² 1	21562.50	20868.75	21041.25	63472.5	21157.5
8	Testigo quimico	22518.75	22192.50	22477.50	67188.75	22396.25

Gómez, 2023

Tabla 16. Análisis estadístico de rendimiento (kg/ha)

Variable N R² R² Aj CV
 Rendimiento 24 0.99 0.98 2.11

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	289279010.74	9	32142112.30	115.90	<0.0001
Factor A	231334998.63	3	77111666.21	278.06	<0.0001
Factor B	687239.65	1	687239.65	2.48	0.1378
Rep	180655.08	2	90327.54	0.33	0.7273
Factor A*Factor B	57076117.38	3	19025372.46	68.60	<0.0001
Error	3882516.80	14	277322.63		
Total	293161527.54	23			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=883.71526

Error: 277322.6283 gl: 14

Factor A	Medias	n	E.E.
Kudsu 3kg/m ²	28130.00	6	214.99 A
Kudsu 2kg/m ²	27958.13	6	214.99 A
Kudsu 0 kg/m ²	22240.63	6	214.99 B
Kudsu 4kg/m ²	21478.13	6	214.99 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=461.10638

Error: 277322.6283 gl: 14

Factor B	Medias	n	E.E.
100%N	25120.94	12	152.02 A
50% N	24782.50	12	152.02 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=689.14868

Error: 277322.6283 gl: 14

Rep	Medias	n	E.E.
1	25042.50	8	186.19 A
2	24977.81	8	186.19 A
3	24834.84	8	186.19 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1517.25294

Error: 277322.6283 gl: 14

Factor A	Factor B	Medias	n	E.E.
Kudsu 2kg/m ²	100%N	30517.50	3	304.04 A
Kudsu 3kg/m ²	50% N	29847.50	3	304.04 A
Kudsu 3kg/m ²	100%N	26412.50	3	304.04 B
Kudsu 2kg/m ²	50% N	25398.75	3	304.04 B
Kudsu 0 kg/m ²	100%N	22396.25	3	304.04 C
Kudsu 0 kg/m ²	50% N	22085.00	3	304.04 C
Kudsu 4kg/m ²	50% N	21798.75	3	304.04 C
Kudsu 4kg/m ²	100%N	21157.50	3	304.04 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Gómez, 2023



Figura 1. Recolección de kudzu para tratamientos en finca “Olmedo” ubicada en el cantón Naranjal.
Gómez, 2023



Figura 2. Kudzu recolectado para utilización en las parcelas de experimentación.
Gómez, 2023



Figura 3. Delimitación de las áreas experimentales y siembra del cultivo
Gómez, 2023



Figura 4. Incorporación de kudzu en las áreas experimentales con dosis respectivas
a tratamientos sugeridos.
Gómez, 2023



Figura 5. Cultivo a veinte días de tratamientos aplicados.
Gómez, 2023



Figura 6. Control manual de malezas en el área de investigación y control fitosanitario.
Gómez, 2023



Figura 7. Riego por inundación en el área experimental.
Gómez, 2023



Figura 8. Aplicación de dosis de nitrógeno en áreas experimentales
Gómez, 2023



Figura 9. Visita de tutor, inspección da áreas experimentales y cosecha del cultivo Gómez, 2023



Figura 10. Toma de datos altura de la planta Gómez, 2023



Figura 11. Toma de datos peso de la planta
Gómez, 2023



Figura 12. Culminación de la investigación en el área experimental
Gómez, 2023

