



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución - 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Vea una copia de esta licencia en <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



Determinar el efecto de dos niveles de enmienda orgánica (Biomasa de repollo) y sistemas de cultivos hortícolas en la calidad del suelo

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo

AUTOR:

Wendy Kalena Freitas Isuiza

ASESOR:

Ing. M.Sc. Jorge Luis Peláez Rivera

Tarapoto – Perú

2022

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



Determinar el efecto de dos niveles de enmienda orgánica (Biomasa de repollo) y sistemas de cultivos hortícolas en la calidad del suelo

AUTOR:

Wendy Kalena Freitas Isuiza

Sustentada y aprobada el 23 de junio del 2022, ante los honorables jurados

.....
Ing. Dr. Carlos Rengifo Saavedra
Presidente

.....
Ing. Dr. Guillermo Vásquez Ramírez
Secretario

.....
Ing. M.Sc. Dr. Luis Alberto Leveau Guerra
Miembro

.....
Ing. M.Sc. Jorge Luis Peláez Rivera
Asesor



ACTA DE SUSTENTACIÓN VIRTUAL

Para optar el Título de Ingeniero Agrónomo Modalidad Informe de Tesis

Mediante emisión video conferencia vía plataforma Zoom UNSM, a las 16.00 horas, del día 23 del mes junio del año dos mil veintidós, en virtud a la DIRECTIVA N°01-2020-UNSM-T "Sustentación de Tesis de Pregrado según la Modalidad No Presencial en el Marco de la Emergencia Nacional por la COVID – 19, En la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNSM, aprobado con Resolución N° 266-2021-UNSM/CU-R, de fecha 15/03/2021, se reunió el Jurado de Tesis, integrado por:

PRESIDENTE : DR. CARLOS RENGIFO SAAVEDRA
SECRETARIO : DR. GUILLERMO VÁSQUEZ RAMÍREZ
MIEMBRO : DR. LUIS ALBERTO LEVEAU GUERRA
ASESOR : ING. M. Sc. JORGE LUIS PELÁEZ RIVERA

Para evaluar el Informe de Tesis titulado: "DETERMINAR EL EFECTO DE DOS NIVELES DE ENMIENDA ORGÁNICA (*biomasa de repollo*) Y SISTEMAS DE CULTIVOS HORTÍCOLAS EN LA CALIDAD DEL SUELO, Presentado por la Bachiller en agronomía: WENDY KALENA FREITAS ISUIZA.

Los Miembros del Jurado de Informe de Tesis, después de haber observado la sustentación virtual, las respuestas a las preguntas formuladas y terminada la réplica, luego de debatir entre sí, reservada y libremente lo declaran APROBADO con el calificativo de BUENO, en fe de lo cual se firmó la presente acta, siendo las 18:20 horas del mismo día, dándose por terminado el acto de sustentación.

Dr. Carlos Rengifo Saavedra
RESIDENTE

Dr. Guillermo Vásquez Ramírez
SECRETARIO

Dr. Luis Alberto Leveau Guerra
MIEMBRO

Ing. M. Sc. Jorge Luis Peláez Rivera
ASESOR

Wendy Kalena Freitas Isuiza
SUSTENTANTE

Declaratoria de autenticidad

Wendy Kalena Freitas Isuiza, con DNI N° 47159750, egresada de la Escuela Profesional de Agronomía, Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Martín, autora de la tesis titulada: Determinar el efecto de dos niveles de enmienda orgánica (Biomasa de repollo) y sistemas de cultivos hortícolas en la calidad del suelo.

Daclaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría.
2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencias de las fuentes bibliográficas consultadas.
3. Toda información que contiene la tesis no ha sido plagiada.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido alterados, ni copiada, por tanto, la información de esta investigación debe considerarse como aporte a la realidad investigada.

Por antes mencionado, asumo bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de mi accionar, sometiéndose a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín.

Tarapoto, 23 de junio del 2022



Wendy Kalena Freitas Isuiza

DNI N° 47159750

Dedicatoria

- Le dedico este trabajo de investigación a toda mi familia. Principalmente, a mis padres JULIO y CELINA, que me apoyaron y contuvieron los momentos malos y buenos. Gracias por enseñarme a afrontar las dificultades sin perder nunca la cabeza ni morir en el intento. Me han enseñado a ser la persona que hoy soy, mis principios, mis valores, mi perseverancia y mi empeño. Todo esto con una enorme dosis de amor y sin pedir nada a cambio.
- Este trabajo también está dedicado a mis hijas ZOÉ MALENA y NAYCÉ OPHELIA, ellas que han sido mi motor y motivo, sin duda ellas son lo mejor que me ha pasado, y han llegado en el momento justo para darme el último empujón que me faltaba para la finalización de esta tesis.
- También quiero dedicarle este trabajo a mi esposo PRESLY, por tu paciencia, por tu comprensión, por su empeño, por su fuerza, por su amor, por nunca dejarme rendir en toda esta travesía. Realmente, el me ayudó a alcanzar el equilibrio que me permitió dar todo mi potencial. Nunca dejaré de estar agradecida por esto.
- A HERBETH HUGO y PURA OFELIA, por el apoyo incondicional que siempre me han brindado, por ser parte de esta travesía que pasé para hoy poder ser quien soy, gracias papitos, por tanto.
- A HUGO OMAR AREVALO ORBE, por el gran apoyo que me dio cuando necesité, gracias hermanito por tu cariño.
- A SIMITH FREITAS CHISQUIPAMA, porque cuando necesite una mano para cuidar de mis hijas para finalizar mi carrera nunca me dijo que NO, gracias hermana por ese empujón para que el barco avanzará.
- A mis jurados por todos los aportes hechos a este trabajo de investigación, de su mano se pudo lograr lo propuesto, a mi asesor por su paciencia y su dedicación para orientarme; a Violeta por las reñidas y correteos para que terminará con esta travesía llamada TITULACIÓN.

Índice general

	Página
Dedicatoria	vi
Índice general.....	vii
Siglas y abreviaturas	x
Resumen	xi
Abstract	xii
Introducción.....	1
CAPÍTULO I: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICAS	3
1.1. Antecedentes de la investigación	3
1.2. Bases teóricas de los cultivos y suelos	5
 CAPÍTULO II: MATERIAL Y MÉTODOS	 25
2.1. Localización	25
2.2. Características edafoclimáticas de la zona en estudio.....	25
2.3. Materiales	27
2.4. Métodos	27
2.5. Conducción del experimento.....	29
2.6. Parámetros evaluados	31
 CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	 33
3.1. Cultivos	33
3.1.1. Cebolla china.....	33
3.1.2. Lechuga	41
3.1.3. Rabanito	49
3.2. Suelos	60
3.2.1. Coeficientes hídricos	60
3.2.2. Fertilidad de suelos.....	64
 CONCLUSIONES	 68
RECOMENDACIONES	69
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70
ANEXOS	77

Índice de tablas

	Página
Tabla 1: Análisis físico-químico del suelo	26
Tabla 2: Datos climáticos de ejecución de la tesis CO-Lamas.....	26
Tabla 3: Tratamiento estudiados para cebolla china	28
Tabla 4: Tratamientos estudiados para lechuga.....	28
Tabla 5: Tratamientos estudiados para rabanito	29
Tabla 6: ANVA para la altura de planta (cm)	33
Tabla 7 Duncan (P<0.05) para promedios de altura de planta (cm) por tratamiento	34
Tabla 8: ANVA para el diámetro del cuello (cm)	35
Tabla 9: Duncan (P<0.05) para promedios del diámetro del cuello (cm) por tratamiento..	36
Tabla 10: ANVA para el peso de la planta (g)	37
Tabla 11: Duncan (P<0.05) para promedios del peso de la planta (g) por tratamiento.....	38
Tabla 12: ANVA para el rendimiento (kg.ha ⁻¹).....	39
Tabla 13: Duncan (P<0.05) para promedios del rendimiento (kg.ha ⁻¹) por tratamiento	40
Tabla 14: ANVA para la altura de planta (cm)	41
Tabla 15: Duncan (P<0.05) para promedios de la altura de planta (cm) por tratamiento ...	42
Tabla 16: ANVA para el diámetro del cuello (cm)	43
Tabla 17: Duncan (P<0.05) para promedios del diámetro del cuello (cm) por tratamiento	44
Tabla 18: ANVA para el peso de la planta (g)	45
Tabla 19: Duncan (P<0.05) para promedios del peso (g) de la planta por tratamiento.....	45
Tabla 20: ANVA para rendimiento (kg.ha ⁻¹).....	47
Tabla 21: Duncan (P<0.05) para promedios del rendimiento (kg.ha ⁻¹) por tratamiento	47
Tabla 22: ANVA para la altura de planta (cm)	49
Tabla 23: Duncan (P<0.05) para promedios de la altura de planta (cm) por tratamiento ...	50
Tabla 24: ANVA para el diámetro del bulbo (cm).....	52
Tabla 25: Duncan (P<0.05) para promedios del diámetro del bulbo (cm) por tratamiento	52
Tabla 26: ANVA para el peso del bulbo (g).....	54
Tabla 27: Duncan (P<0.05) para promedios del peso del bulbo (g) por tratamiento	55
Tabla 28: ANVA para el rendimiento (kg/ha).....	56
Tabla 29: Duncan (P<0.05) para promedios del rendimiento (kg.ha ⁻¹) por tratamiento	57
Tabla 30: Resumen de los coeficientes hídricos por tratamiento	60
Tabla 31: Resumen del análisis de caracterización por tratamiento.....	64

Índice de figuras

	Página
Figura 1: Respuesta de los sistemas de cultivos versus las dosis de biomasa de repollo en la altura de planta (cm).....	34
Figura 2: Respuesta de los sistemas de cultivos versus las dosis de biomasa de repollo en el diámetro del cuello (cm)	36
Figura 3: Respuesta de los sistemas de cultivos versus las dosis de biomasa de repollo en el peso de la planta (g)	38
Figura 4: Respuesta de los sistemas de cultivos versus las dosis de biomasa de repollo en el rendimiento (kg.ha ⁻¹).....	40
Figura 5: Respuesta de los sistemas de cultivos versus las dosis de biomasa de repollo en la altura de planta (cm).....	42
Figura 6: Respuesta de los sistemas de cultivos versus las dosis de biomasa de repollo en el diámetro del cuello (cm)	44
Figura 7: Respuesta de los sistemas de cultivos versus las dosis de biomasa de repollo en el peso de la planta (g).	46
Figura 8: Respuesta de los sistemas de cultivos versus las dosis de biomasa de repollo en el rendimiento (kg.ha ⁻¹).....	48
Figura 9: Respuesta de los sistemas de cultivos versus las dosis de biomasa de repollo en la altura de planta (cm).....	51
Figura 10: Respuesta de los sistemas de cultivos versus las dosis de biomasa de repollo en el diámetro del bulbo (cm)	53
Figura 11: Respuesta de los sistemas de cultivos versus las dosis de biomasa de repollo en el peso del bulbo (cm).	55
Figura 12: Respuesta de los sistemas de cultivos versus las dosis de biomasa de repollo en el rendimiento (kg.ha ⁻¹).....	58

Siglas y abreviaturas

- **BPA:** Buenas prácticas agrícolas
- **EV:** Estiércol de vacuno
- **CP:** Compost Propio
- **HL:** Humus de lombriz
- **CC:** Compost comercial
- **GLASOD:** Global Assessment of Status of Human Induced Soil Degradation
- **H0:** Hipótesis nula.
- **Ha:** Hipótesis alternante

Resumen

La presente investigación se realizó en Lamas, el objetivo general determinar que niveles de materia orgánica y sistemas de cultivos hortícolas influyen en la calidad del suelo. Objetivos específicos: Determinar efecto de niveles de M.O y sistemas de cultivos hortícolas sobre crecimiento y producción de los cultivos y sobre coeficientes hídricos y características químicas del suelo. M.O fue biomasa de repollo y los cultivos: Cebolla china, Culantro, lechuga, rabanito y frejol. Se aplicó Diseño Bloques Completamente al Azar, con arreglo factorial, 2 niveles de M.O. (40 y 80 t/ha) y 5 sistemas de cultivos de Cebolla china, Lechuga, Rabanito, y un testigo absoluto, tres repeticiones. Factores estudiados, A: Niveles de materia orgánica y B: Sistemas de cultivo. Se evaluó en cultivos: Altura de planta, Diámetro de cuello, Peso de materia fresca, peso de masa radicular, rendimiento en kg/ha. En suelos: Análisis físico-químico y Coeficientes hídricos. Los resultados de desarrollo y productividad fueron sometidos al Análisis de varianza y Prueba de Duncan ($P>0.05$). Tratamientos con $80\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ de biomasa de repollo tuvieron mejores promedios en las variables evaluadas para cebolla china, lechuga y rabanito en los sistemas productivos. Dosis de $80\text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ arrojaron mayor altura de planta de Cebolla china 24.93 cm y Rabanito 26.27 cm. En Lechuga con $40\text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ tuvo 23.38 cm de altura. En suelos coeficientes hídricos mostraron variabilidad sin determinar cuál dosis de biomasa es mejor. Químicamente dosis de $80\text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ de biomasa de repollo aportaron más nitrógeno, fósforo y potasio disponibles al suelo, sin variar significativamente el pH.

Palabras clave: Niveles de enmienda, biomasa de repollo, sistemas de cultivo, calidad de suelo, materia orgánica.

Abstract

This research was carried out in Lamas, the general objective was to determine the effect of organic matter levels and horticultural cropping systems on soil quality. Specific objectives: To determine the effect of O.M. levels and horticultural cropping systems on crop growth and production and on water coefficients and soil chemical characteristics. The O.M. was cabbage biomass and the crops: Chinese onion, coriander, lettuce, radish and bean. A completely randomized block design was applied, with factorial arrangement, 2 levels of OM (40 and 80 t/ha) and 5 cropping systems consisting of Chinese onion, coriander, lettuce, radish, and an absolute control, with three replications. Factors studied, A: organic matter levels and B: cropping systems. The following were evaluated in crops: plant height, collar diameter, fresh matter weight, root mass weight, yield in kg/ha. In soils: physical-chemical analysis and water coefficients. Development and productivity results were subjected to analysis of variance and Duncan's test ($P>0.05$). Treatments with 80 t.ha⁻¹ of cabbage biomass had better averages in the variables evaluated for Chinese onion, lettuce and radish in the productive systems. Doses of 80 t.ha⁻¹ resulted in greater plant height for Chinese onion 24.93 cm and radish 26.27 cm. Lettuce with 40 t.ha⁻¹ had 23.38 cm height. Water coefficients in soils showed variability without determining which biomass dose is better. Chemically, doses of 80 t.ha⁻¹ of cabbage biomass provided more nitrogen that is available, phosphorus and potassium to the soil, without significantly altering the pH.

Keywords: amendment levels, cabbage biomass, cropping systems, soil quality, organic matter.



Introducción

Uno de los recursos naturales muy importantes en la agricultura es el suelo, este es un componente fundamental en los ecosistemas terrestres para la nutrición y soporte de las plantas. En los agroecosistemas cumplen análogamente la misma función; siendo indispensable para la producción agropecuaria. La conservación y el buen manejo del suelo dependen de la sostenibilidad de producción de alimentos y la seguridad alimentaria de las generaciones futuras (Gliessman, 2002; Vandermeer, 2011).

La calidad y la salud del suelo son conceptos equivalentes, no siempre considerados sinónimos (Doran y Parkin, 1994) debido a que la calidad se interpreta como la utilidad del suelo para un propósito específico en una escala amplia de tiempo (Carter *et al.*, 1997); el estado de las propiedades dinámicas del suelo como son el contenido de la materia orgánica, diversidad de organismos o productos microbianos en un tiempo particular constituye la salud del suelo (Romig *et al.*, 1995).

La agricultura convencional con enfoque en la revolución verde ha generado problemas ambientales significativos, debido a que involucra prácticas que mantienen los ecosistemas extremadamente simplificados, degradados por los arados permanentes y alterados por el uso excesivo de fertilizantes químicos y pesticidas. Dentro de los agroecosistemas, el subsistema suelo se ve especialmente vulnerable a las prácticas de la agricultura convencional (Vandermeer 2011; Malagon 1995).

Este enfoque simplista conlleva a un manejo inadecuado del suelo, eliminando así la posibilidad de una producción que perdure en el tiempo o que sea sostenible. De ahí surgen muchas propuestas o alternativas para un manejo óptimo de las tierras, bajo una visión más integral y con nuevos enfoques de manejo de los agroecosistemas (Tilman 1999; Gliessman, 2002). Entre ellas, están el uso de enmiendas orgánicas como el resto de cosechas de hortalizas (repollo).

Con la aplicación de restos de cosecha en sistemas hortícolas se probó como estos pueden mejorar la calidad del suelo de manera óptima. Ya que, mediante la aplicación de restos orgánicos al suelo, no solo se adiciona un mulch o capa superficial para la protección

del suelo sino también se promueve a una agricultura sostenible, porque estos restos se descomponen a elementos nutritivos para que la planta lo pueda tomar al momento de sembrarse y durante su ciclo fenológico. Para cumplir dicho objetivo se analizaron las características físicas y químicas del subsistema suelo para posteriormente evaluar la calidad del mismo, por medio de indicadores, que nos permitan analizar los efectos de las prácticas que se utilizará sobre el suelo a trabajar.

Este trabajo de tesis tuvo como objetivo general determinar que niveles de materia orgánica y sistemas de cultivos hortícolas influyen en la calidad del suelo.

Objetivos específicos:

- a) Determinar el efecto de los niveles de materia orgánica y sistemas de cultivos sobre parámetros de crecimiento y producción de los cultivos evaluados.
- b) Determinar el efecto de los niveles de materia orgánica y sistemas de cultivos sobre los coeficientes hídricos y características químicas del suelo.

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Antecedentes de la investigación

Rengifo (2014), en su trabajo de investigación titulado: “Efecto de la aplicación de enmienda orgánica y mineral sobre la fertilidad de un suelo ácido ultisol de la Amazonía peruana”, concluye que la aplicación de las enmiendas humus de lombriz (dosis: 10, 15 y 20 t/ha) y roca fosfórica de bayovar (dosis: 100, 150 y 200 kg/ha de P₂O₅), incorporados a un suelo ácido ultisol de la zona del Bajo Mayo, Región San Martín, Selva alta del Perú. Contribuyó a elevar los rendimientos en grano de variedades tradicionales de maíz (var. “marginal 28 tropical”), cowpea (var. “san roque”) y soja (var. “nacional”), sembrados bajo un sistema de rotación (maíz-cowpea-maíz-soja). Habiéndose obtenido incrementos en relación directa al aumento de las dosis aplicadas, encontrándose diferencias estadísticas entre tratamientos, siendo el humus el de mayor efecto. Los tratamientos sobresalientes fueron aquellos que recibieron las mayores dosis de humus (15 y 20 t/ha) en combinación con las mayores dosis de roca fosfórica (150 y 200 kg/ha de P₂O₅). A su vez los de menor rendimiento aquellos sin aplicación de humus.

Arévalo (2003), en el trabajo titulado: “Comparativo de cuatro (04) coberturas (Mulch), en el cultivo de repollo (*Brassica oleracea* L.), en Iquitos”, concluye que, el Mulch con gramíneas, se comportó como el de mayor rendimiento por hectárea y fue de 23.74 t/ha. Este fue estadísticamente homogéneo con el Mulch (hojarasca de guaba), con 22.67 t/ha, ocupando el último lugar el Mulch con Kudzu con 15.83 t/ha.

Yalta (2001), en su investigación titulado: “Efecto del Mulch con incorporación de gallinaza en el rendimiento del cultivo de repollo (*Brassica oleracea*, Var. Capitata alba L.) en Iquitos, concluye que el rendimiento más importante que logró entre las coberturas (Mulch) practicadas con hojas de guaba, cascarilla de arroz, hojas de Kudzu y aserrín, fue con las hojas de guaba. Con este tratamiento se obtuvo un rendimiento de cabeza/ha de 35.33 t/ha.

Ruiz *et al.* (2007), realizaron la investigación titulado: “Efecto de la fertilización orgánica en el cultivo de la cebolla, en el estado de Falcon - Venezuela. Aplicaron 5 fuentes alternativas de fertilizantes orgánicos a razón de 30 t/ha de: bagazo de caña (bc), pulpa de café (pc), estiércol caprino (ec), estiércol bovino (eb), gallinaza (g), conjuntamente con la fertilización química (160 kg/ha de nitrato de amonio, 120 kg/ha-1 de fosfopoder y 230 kg/ha-1 de K(NO₃)). Midió las variables: altura de plantas, número de hojas, número y peso promedio de bulbos y diámetro de bulbo. Los resultados promovieron mayor altura de la planta y el mayor grosor del bulbo, así como el mayor número de hojas, encontrándose diferencias significativas ($p \leq 0.05$); también alcanzaron un alto rendimiento comparado con el testigo.

Ávila (2014), investigó sobre: Dosis de fertilizante con microorganismos benéficos (FERTIEM) en el cultivo de rabanito (*Raphanus sativus* L.) en Lamas. Concluye que la aplicación de 1000 Kg/ha⁻¹ de FERTIEM (T4) se alcanzaron los mayores promedios con 18,399.98 kg/ha⁻¹ de rendimiento, 55.2 g peso promedio del bulbo, 30.08 cm de longitud de la hoja, 6.98 cm de longitud del bulbo y 37.06 cm de altura total de la planta, superando estadísticamente a los demás tratamientos. El incremento de las dosis de FERTIEM en comparación al tratamiento testigo se ajustó a una función de respuesta en el incremento de la altura total de la planta, longitud del bulbo, diámetro del bulbo, peso promedio del bulbo y rendimiento en kg. ha⁻¹ describiendo líneas de regresión lineal positivo.

Peláez (2020), por su parte en Lamas investigó sobre: “Efectos de la aplicación de materia orgánica y sistemas de cultivos en el mejoramiento de las características físicas, químicas y biológicas del suelo en el distrito de Lamas”. Concluye que el efecto de los tratamientos con materia orgánica no definió con claridad comportamientos diferenciados de consideración estadística en el PM (punto de marchitez) los cuales variaron desde 18.5 hasta 21.15. Sin embargo, en general el efecto sobre la Capacidad de campo y el agua disponible se incrementaron con los tratamientos con materia orgánica. Con el tratamiento A2B4 (80 t/ha x Cebolla china + culantro + frejol, a. lechuga + rabanito+ frejol, a. rabanito+ cebolla china + frejol) se obtuvieron los promedios más altos de % de M.O. (3.01 %), 0.14 % de N, 58.44 ppm de P, 175.5 ppm de K, 14.31 meq/100g de Ca⁺², 2.07 meq/100g de Mg y 0.27 meq/100g de Na. Con el Tratamiento A2B4 (80 t/ha-1 x A. Cebolla china + culantro

+ frejol, A. lechuga + rabanito+ frejol, A. rabanito+ cebolla china + frejol) se obtuvieron los mejores promedios de BMS (Biomasa Microbiana del Suelo expresado en $\mu\text{g C g}^{-1}$) y RBS (Respiración Basal del Suelo expresado en $\text{C-CO}_2 \text{ mg kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$) con $1478.02 \mu\text{g C g}^{-1}$ y $43.05 \text{ C-CO}_2 \text{ mg kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ respectivamente.

Gómez-Álvarez *et al.* (2008), en México evaluaron la producción de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y rábano (*Rhapanus sativus* L.) en huertos biointensivos en el trópico húmedo de Tabasco mediante el efecto de la fertilización orgánica con 5 t/ha de composta, evaluó parámetros productivos (g/planta^{-1} , bulbo en rábano y granos en fríjol). Los rendimientos incrementaron significativamente ($p < 0.05$) en los tratamientos en que se aplicó fertilización orgánica (100% para el rábano y 50% para el fríjol). Una respuesta positiva se obtuvo en los indicadores de crecimiento en ambos cultivos (34 al 48% para el rábano y 21 al 67% para el fríjol, respectivamente). El suelo mejoró sus propiedades químicas cuando fue fertilizado con composta. La efectividad del uso de la técnica de huertos orgánicos biointensivos para la siembra de hortalizas en el trópico húmedo de Tabasco se demostró para el rábano y fríjol, ya que se obtuvieron altos rendimientos al fertilizarse con abonos orgánicos.

1.2. Bases teóricas sobre los cultivos y suelos

a) Cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa*)

En cuanto a la morfología Casaca Ángel (2005), menciona que la lechuga es una planta anual que pertenece a la familia Compositae y corresponde a la especie *Lactuca sativa*. Presenta una gran diversidad genética ya que existen diferentes tipos de especies caracterizados por sus diferentes tipos de hojas y hábitos de crecimiento en las plantas. la raíz no llega nunca a sobrepasar los 25 cm. de profundidad, es pivotante, corta y con ramificaciones.

Requerimientos edafoclimáticos

Casaca Ángel (2005), menciona los siguientes requerimientos que el cultivo tiene: La temperatura óptima de germinación oscila entre $18\text{-}20^\circ\text{C}$. Durante la fase de crecimiento del cultivo, se requieren temperaturas entre $14\text{-}18^\circ\text{C}$ por el día y $5\text{-}8^\circ\text{C}$ por la noche. La humedad relativa conveniente para la lechuga es del 60 al 80%, aunque en determinados momentos agradece menos del 60% y los suelos preferidos

por la lechuga son los ligeros, arenoso-limosos, con buen drenaje, situando el pH óptimo entre 6,7 y 7,4.

Fertilización

La cantidad de nutrientes que absorbe la lechuga va a depender de la cantidad de biomasa producida por los distintos órganos de la planta (hoja, tallo, raíz) por lo que las extracciones van a variar dependiendo del tipo de lechuga, variedad del ciclo. Para una producción de 35 t/ha la extracción de nutrientes por lechuga viene a ser de 80-100kg de N, 30-50kg de P₂O₅ y 160-210kg de K₂O.

El ritmo de absorción del nitrógeno está relacionado con el de la producción de biomasa vegetal, acentuándose en la fase de formación del cogollo. Sin embargo, un exceso de este elemento puede provocar un retraso del acogollado.

El fósforo ejerce una acción estimuladora del sistema radicular y formación del cogollo.

b) Cultivo de cebolla china (*Allium fistulosum*)

Escaff y Brewster (2001), manifiestan que, esta especie se caracteriza por ser de ciclo bianual produciendo en el primer año la fase vegetativa hasta la formación del bulbo que es el órgano de la etapa de receso y en el segundo año la fase reproductiva.

Requerimientos edafoclimáticos

Corpoica (2004), indica que la temperatura se encuentra entre los 18 y los 25 grados centígrados; la luz es fotoperiódica, siendo las de días cortos que desarrollan el bulbo con 10 a 12 horas el suelo franco a franco arcilloso, buena profundidad efectiva, con un contenido de materia orgánica de medio a alto y con un pH entre 6.0 y 7.0.

Anónimo (2010), las mejores condiciones ambientales para su crecimiento se desarrollan en climas fríos (donde las temperaturas mínimas son de 14°C y las máximas de 22°C.), en estos climas se desarrolla mayor cantidad de tallos y bulbos más pequeños, en comparación con climas cálidos donde desarrollan menor cantidad de tallos y bulbos más grandes.

Fertilización

Figueroa (2016), menciona que, dentro de los nutrientes esenciales, el nitrógeno es el elemento que en mayor medida limita el rendimiento del cultivo y para sostener niveles elevados de producción es necesario aplicar elevadas dosis del orden de 150-200 kg de N/ha dependiendo del suelo y ambiente zonal.

Una producción de 35 t/ha de cebolla extrae aproximadamente: 128 kg/ha de N, 24 kg/ha de P, 99 kg/ha de K, 28 kg/ha de Ca y 6,3 kg/ha de Mg. Un desbalance en cualquiera de los nutrientes repercute en la calidad y no en el rendimiento total.

(SMART FERTILIZER SOFTWARE, 2021). El exceso de fósforo interviene, en su mayor parte, con la absorción de otros elementos, tales como el hierro, el manganeso y el zinc.

c) Rabanito (*Raphanus sativus* L.)

Infoagro (2009), es una planta anual o bienal, que posee una raíz gruesa, carnosa, muy variable en cuanto a la forma y al tamaño, de piel roja, rosada, blanca, pardo-oscura o manchada de diversos colores de tallo breve antes de la floración, con una roseta de hojas.

Requerimientos edafoclimáticos

Prefiere los climas templados, teniendo en cuenta que hay que proteger al cultivo durante las épocas de elevadas temperaturas. El desarrollo vegetativo tiene lugar entre los 6°C y los 30°C, el óptimo se encuentra entre 18-22°C. La temperatura óptima de germinación está entre 20-25°C. Se adapta a cualquier tipo de suelo, aunque prefiere los suelos profundos, arcillosos y neutros. El pH debe oscilar entre 5,5 y 6,8. No tolera la salinidad. (Infoagro, 2009).

Fertilización

Los rábanos necesitan menos fertilizantes para crecer que otras plantas comestibles. Sin embargo, aplicando la cantidad suficiente, incrementarás las velocidades de crecimiento, tanto de las raíces como del resto de las partes de la planta (Belyeu, 2013).

La fertilización del cultivo debe hacerse en base a los resultados del análisis de suelo. Los requerimientos nutricionales del cultivo de rabanito en kilogramos / ha son: 80 120 80 de N P K.

Debido a que el ciclo del cultivo es bastante corto, estos cultivos necesitan de elementos nutritivos fácilmente asimilables desde la siembra.

Beneficios del rabanito al suelo

Rizo (2010), indica que al poseer raíces primarias que pueden crecer varios metros de profundidad, perforan hoyos en el suelo, haciéndolo más ligero. Este cultivo ha reportado a los productores múltiples beneficios:

- Mitiga la compactación del suelo, reduciendo la necesidad de una labranza profunda.
- Elimina malezas, reportando ahorros en herbicidas/labranza.
- Mejora las camas de cultivo, ahorrando tiempo y permitiendo a los productores plantar más temprano en la primavera.
- Contribuye a la creación de materia orgánica, mejorando la calidad del suelo.
- Libera nitrógeno temprano en la temporada y aumenta la fertilidad del mantillo, ahorrando al productor dinero en fertilizantes.
- Reduce el lixiviado de nitrato, y con ello el impacto ambiental en el agua.
- Controla la erosión, reduciendo el impacto ambiental en el suelo.
- Reduce el escurrimiento y conserva el agua de lluvia.

d) Cultivo de culantro

Diederichsen (1996) citado por Vallejo y Estrada (2004), señalan las siguientes características del culantro: Es una especie herbácea anual, de crecimiento rápido y erecto, su sistema radicular es delicado al inicio, pero una vez establecido, provee un buen anclaje y capacidad de extracción de agua y nutrientes para la planta. La germinación es epigea, los cotiledones emergen del suelo, y la planta tiene una raíz secundaria.

Requerimientos edafoclimáticos

El culantro es un cultivo herbáceo que tiene una amplia adaptación en climas cálidos, frescos y fríos moderados, con altitudes que varían en la zona tropical desde 600 a

2500 msnm y temperaturas promedio desde los 27°C hasta los 19°C. Las regiones de climas cálidos y frescos 1000 – 1700 msnm y temperaturas de 20 – 26°C, favorecen un mejor desarrollo de follaje con incrementos en la producción de materia fresca (Acuña, 1998 citado por Vallejo y Estrada 2004). La planta de culantro se desarrolla bien en suelos neutros o ligeramente ácidos, con un pH de 6 a 7 y con un buen drenaje (Acuña, 1998).

Fertilización

Se estima que una producción media de follaje de 2 kg/m² extrae 100 kg de N, 30 kg de P₂O₅, 70 kg de K₂O / ha (Hortec citado por Vallejo y Estrada, 2004). Aplicaciones foliares de nitrato de potasio (KNO₃) en dosis de 3g/l a partir de la segunda semana después de la emergencia y con una frecuencia de dos por semana, han demostrado efectos favorables en el crecimiento y desarrollo de follaje, así como resistencia al deterioro en la postcosecha (Hortec citado por Vallejo y Estrada, 2004).

e) Frijol

Torres (2006), indica que la planta de frijol es anual, herbácea, aunque es una especie termófila, es decir que no soporta heladas; se cultiva esencialmente para obtener la semilla, las cuales tienen un alto grado de proteínas las raíces en las primeras etapas de desarrollo el sistema radicular está formado por la radícula del embrión, la cual se convierte posteriormente en la raíz principal o primaria. Pocos días después se observan las raíces secundarias que se desarrollan en la parte superior o cuello de la raíz principal. Sobre las raíces secundarias se desarrollan las raíces terciarias y otras subdivisiones como los pelos absorbentes, los cuales se encuentran en todos los puntos de crecimiento de la raíz.

Reynoso (2019), menciona que las leguminosas se caracterizan por ser fijadoras de Nitrógeno. Esto quiere decir que producen este elemento para su nutrición y proporcionan Nitrógeno al suelo. Para hacerlo, utilizan rizobios (*Rhizobium leguminosarum*) que son bacterias que forman nódulos en las raíces de las plantas. Estas bacterias toman el nitrógeno de la atmósfera para convertirlo en nitrógeno disponible para la planta. Mientras que la planta provee de componentes orgánicos obtenidos por la fotosíntesis.

Estas bacterias llamadas rizobios las podemos encontrar siempre en el suelo y se “activan” cuando sembramos leguminosas. Cuando las bacterias reciben señales de que hay leguminosas en el suelo, se acercan y entran a las raíces. Se le llama simbiosis, ya que estos dos organismos se benefician mutuamente (Reynoso, 2019).

Requerimientos edafoclimáticos

Torres (2006), la temperatura en la planta de frijol se desarrolla bien entre temperaturas promedio de 15 a 27°C, las que generalmente predominan a elevaciones de 400 a 1,200 msnm, pero es importante reconocer que existe un gran rango de tolerancia entre diferentes variedades, así como el suelo en el cultivo de frijol requiere suelos fértiles, con buen contenido de materia orgánica; las texturas del suelo más adecuadas son las medias o moderadamente pesadas, con buena aireación y drenaje, ya que es un cultivo que no tolera suelos compactos, la poca aireación y acumulación de agua con el pH óptimo fluctúa entre 6.5 y 7.5; dentro de este rango la mayoría de los elementos nutritivos del suelo presentan una máxima disponibilidad para la planta.

Fertilización en frijol

Ministry of Agriculture, Fisheries and Food (2000), citado por Torres (2006). El cultivo de frijol requiere una aplicación de macronutrientes tales como nitrógeno, fósforo y potasio. En cuanto al nitrógeno, normalmente tiene un mayor efecto en el crecimiento, rendimiento y calidad del cultivo que cualquier otro nutriente.

El nitrógeno disponible en el suelo es la cantidad de nitrógeno (kg/ha de N) en el suelo que se encuentra disponible para la asimilación por el cultivo desde el establecimiento hasta el final de la fase de crecimiento, teniendo en cuenta las pérdidas que se pueden dar. El fósforo tiene un papel importante en muchos procesos fisiológicos, principalmente durante la germinación y desarrollo de la plántula, desarrollo radicular, fecundación e inicio de la fructificación. En cuanto al potasio, su mayor importancia está en el papel que juega como regulador fisiológico en varios procesos: permeabilidad de las membranas celulares, equilibrio ácido-básico intracelular, formación y acúmulo de sustancias de reserva, regulador del estatus hídrico de los cultivos.

1.2.1. Asociación de Cultivos Hortícolas

Infoagronomo (2020), indica que la agricultura con base agroecológica potencia la diversidad de las especies en los predios en diferentes ámbitos, otorgando interacciones diversas entre sus componentes (suelo, espacio, agua, nutrientes, luz). De tal forma, una de las técnicas de manejo que favorece estas interacciones es la asociación favorable entre cultivos; que beneficia la correlación de estos componentes, utilizándolos de mejor manera que en bajo monocultivo.

Ecoagricultor (2018). Las asociaciones de cultivos es una práctica que aporta beneficios tan importantes como la prevención de enfermedades y plagas.

Beneficios de la asociación de cultivos hortícolas

Elorza (2016), menciona los siguientes beneficios:

- Mejora de calidad y rendimiento en los cultivos, que se benefician de los nutrientes producidos por las plantas asociadas, sirviendo como abono natural.
- Protección ecológica del cultivo ante plagas y enfermedades, asociando plantas que repelen o despistan a determinados depredadores
- Evita el empobrecimiento y desequilibrio de la tierra que se produce cuando se cultiva una sola especie.
- Aprovecha al máximo el espacio cultivable de nuestro huerto, minimizando también la aparición de “malas hierbas”.
- Previene y evita muchos problemas en el huerto conocer las asociaciones beneficiosas y perjudiciales.

Huertocity.com (2018), también menciona lo siguiente: Alelopatía – algunas plantas exudan químicos protectores llamados aleloquímicos de sus raíces o follaje que pueden ser tóxicos para otras plantas o microorganismos. Esto se conoce como alelopatía – los efectos químicos directos o indirectos de una planta sobre la germinación o el desarrollo de las plantas vecinas. Los productos químicos también pueden inhibir la germinación de las semillas, por ejemplo, esto ocurre bajo la copa de muchas plantas, sobre todo en bosques de pinos, cipreses y eucaliptos, donde el suelo se mantiene relativamente limpio de plantas competidoras, incluso donde la

luz puede pasar, los restos en descomposición de los árboles liberan los compuestos inhibidores.

Ecoagricultor (2018), menciona lo siguiente. La asociación de cultivos es una práctica fundamental de toda huerta agroecológica que nos ayuda a:

- **Optimizar el espacio disponible:** la clave se encuentra en combinar plantas de crecimiento horizontal con otras de crecimiento vertical (puerros y lechugas, respectivamente) o especies de crecimiento rápido (rabanitos y lechugas, por ejemplo) con algunas de crecimiento lento como zanahorias y repollos.
- **Optimizar el uso del sustrato:** la combinación de algunas especies permite que las plantas no compitan por los mismos nutrientes de la tierra. Las verduras de hoja tienen raíces superficiales y consumen el nitrógeno del suelo. Por el contrario, las plantas con raíces más profundas extraen, sobre todo, el potasio.
- **Evitar el crecimiento de malezas o plantas espontáneas:** al utilizar el suelo de manera intensiva, la superficie se cubre con vegetación y las plantas adventicias o no cultivadas tienen menos espacio y luz para crecer.
- **Favorecer el control agroecológico de los insectos dañinos:** las especies hortícolas pueden agruparse entre sí, con plantas florales o con especies aromáticas y medicinales. Algunas especies atraen insectos benéficos para la huerta (como por ejemplo los polinizadores o pájaros insectívoros) y otras, especialmente las plantas aromáticas, sirven de repelente para los insectos dañinos.

1.2.2. Abonos orgánicos

Restrepo (2007), reporta que el abono orgánico es un fertilizante que proviene de animales, humanos, restos vegetales de alimentos u otra fuente orgánica y natural. En cambio, los abonos inorgánicos están fabricados por medios industriales, como los abonos nitrogenados (hechos a partir de combustibles fósiles y aire) como la urea o los obtenidos de minería, como los fosfatos o el potasio, calcio, zinc.

Actualmente los fertilizantes inorgánicos o sales minerales, suelen ser más baratos y con dosis más precisas y más concentradas. Sin embargo, salvo en cultivo hidropónico, siempre es necesario añadir los abonos orgánicos para reponer la materia orgánica del

suelo. El uso de abono orgánico en las cosechas ha aumentado mucho debido a la demanda de alimentos frescos y sanos para el consumo humano.

Álvarez *et al.* (2016), mencionan que medir la masa de los residuos vegetales que llegan al suelo, luego de la realización de un cultivo, no es una práctica común en planteos productivos, han generado una serie de coeficientes que relacionan el rendimiento obtenido por los cultivos de trigo, soja y maíz, con la biomasa aérea y radical desarrollada. De esta forma se puede estimar el aporte de los residuos. Las relaciones residuos aéreos/granos (ambos expresados en materia seca) son de 1.9, 1.33 y 1, para los cultivos de trigo, soja y maíz, respectivamente.

1.2.3. Suelos con aporte de abonos orgánicos

Beneficios de la incorporación de enmienda orgánica al suelo

Kwiatkowski *et al.* (2020), señalan que la incorporación de enmiendas orgánicas al suelo tiene efectos positivos en sus características físicas y químicas, así mismo, con la incorporación de biomasa de cultivos mejora los niveles de contenido de humus del suelo, carbono orgánico, fósforo, magnesio y micronutrientes.

Por su parte, Martínez *et al.* (2008), manifiestan que la materia orgánica del suelo tiende a aumentar el pH cuando el suelo es ácido y tiende a disminuirlo cuando el pH del suelo es alcalino. Para Orozco *et al.* (2016), indican que estos valores de pH podrían ser la principal causa de la baja disponibilidad especies de fosfatos están en forma disponible, con el aumento del pH su disponibilidad disminuye.

Al disminuir el contenido de MO del suelo, se reduce el poder tampón del suelo, lo que puede ser causa del incremento de pH (Chang *et al.* 2007; Cantero *et al.* 2016), por otro lado, el incremento del catión Na⁺ podría ser la principal causa del mayor valor en la C.E (Cortés-D *et al.* 2013).

Abono verde y materia orgánica

Beltrán Morales *et al.* (2006) reportan que, en cuanto al efecto de los abonos verdes sobre la MO del suelo demostraron que la adición de abono verde resulta en una mejora de la MO, lo que lleva a un mejor estado de agregación del suelo, menor densidad aparente y mejora en características de flujo de agua que benefician el

crecimiento de los cultivos subsiguientes. El incremento en la MO y por lo tanto el incremento en la productividad puede tardar varios años en manifestarse (Brechtel, 2004).

Por lo expuesto, la utilización de cultivos de leguminosas anuales como abonos verdes puede ser una alternativa muy adecuada para incrementar el nivel de MO del suelo y proveer una fuente de nitrógeno disponible para ser aprovechados por los cultivos posteriores. Los incrementos en la producción fueron equivalentes a los obtenidos con niveles de fertilización nitrogenada que oscilan entre los 130 y 150 kg N ha⁻¹ (Romero y Ruiz, 2001).

El papel destacado de las bacterias del ácido láctico en la agricultura y la EM

Lamón (2017), menciona que, la capacidad de las bacterias del ácido láctico para vivir en la endosfera de la planta sugiere una relación íntima, que es responsable de aumentar la producción de la planta al mejorar la disponibilidad de nutrientes, actuar como un agente de biocontrol, aliviar el estrés biótico y biótico y directamente estimulando el crecimiento de las plantas

Degradación del suelo

Los procesos de degradación del suelo son fenómenos dinámicos y frecuentemente interactuantes causantes de los cambios que resultan en la disminución de la calidad de los suelos. Se manifiestan de diversas maneras lo que ha dado lugar al establecimiento de diferentes tipos de degradación de suelos. Oldeman y Van Lynden (1998), señalan que de acuerdo a la metodología adoptada para la Global Assessment of Status of Human - Induced Soil Degradation (GLASOD), dos grandes categorías de procesos de degradación de suelos pueden ser diferenciados.

- a) Aquellos procesos relacionados con el desplazamiento de material del suelo por el agua o por el viento que conlleva a la ocurrencia de pérdida de material del suelo o bien a la deforestación de la tierra, como efectos in situ. Pero también con importantes efectos a distancia tales como la sedimentación, inundaciones, destrucción de ecosistemas marinos y daños a obras de infraestructura, entre otros.
- b) Los procesos que determinan el deterioro in situ de las cualidades del suelo. Tales procesos pueden ser de naturaleza química (agotamiento de nutrientes, pérdida de materia orgánica, salinización, acidificación, contaminación), física (sellado y

encostramiento de la superficie del suelo, compactación, anegamiento), y también biológica, conducente a un desbalance de la actividad biológica en el episuelo o capa vegetal.

Calidad de suelo

El suelo representa un factor de producción y en este estudio se busca evaluar la calidad del suelo que determina la sostenibilidad de la producción en un agroecosistema, ambos conceptos definidos anteriormente, pero que en este caso se utilizarán en conjunto, debido que al evaluar calidad del suelo se busca de cierta forma conocer si es posible producir sosteniblemente en un suelo determinado (León 2007; Corrales 2002).

El concepto de calidad de suelo trasciende a la definición de fertilidad; la cual se limita a la oferta y disponibilidad de nutrientes para las plantas (tales como nitrógeno, fósforo y potasio). Pero no abarca todas las propiedades del suelo que influyen sobre la producción vegetal (Parr *et al.* 1992; Karlen, *et al.* 1992). Por lo que un suelo de buena calidad, es aquel del que se pueden obtener cultivos, sanos y de alto rendimiento, con el menor impacto negativo sobre el ecosistema.

Parr *et al.* (1992), afirman que “las diferentes propiedades químicas físicas y biológicas de un suelo interactúan de formas complejas determinando la capacidad de producir cultivos sanos y nutritivos. La integración de estas propiedades junto al nivel de productividad es conocido comúnmente como calidad del suelo”.

La Calidad del suelo es un atributo que puede ser inferido por características específicas del suelo como son: compactación, erosión, pH, materia orgánica etc. tomando en cuenta que no incluye solo fertilidad, sino que también se refiere a la integridad de la estructura del suelo. Ya la pérdida de calidad de suelo puede definirse como la degradación del suelo (Karlen *et al.* 1992; Parr *et al.* 1992). Para evaluar la calidad de los suelos deben ser medidas u observadas las propiedades químicas, físicas y biológicas; haciendo énfasis en esta última debido que los microorganismos e invertebrados del suelo cumplen un papel fundamental en la descomposición de la materia orgánica, así como en el ciclo de nutrientes; Adicionalmente los procesos biológicos contribuyen a la resiliencia y a la capacidad amortiguadora del suelo frente a cualquier stress ambiental o antrópico.

Para complementar (León, 2007) afirma apoyado en estudios actuales que “un suelo sano, con adecuados contenidos de nutrientes y de materia orgánica, bien estructurado y manejado con visión integral, respetando los ciclos y las leyes de los ecosistemas, es garantía suficiente para obtener rendimientos altos (producción) y sostenibles”.

Las principales características que definen la calidad física son la textura y la estructura del suelo. La fase sólida del suelo está formada por partículas minerales de diferente tamaño, y por la materia orgánica humificada. La distinta proporción de arcilla, arena, limo define la textura del suelo. La textura y mineralogía del suelo son de importancia, ya que determinan una gran cantidad de características edáficas como la cantidad de agua disponible que puede almacenar, la capacidad de expansión-contracción, la formación de estructura, entre otras. El componente más reactivo es la arcilla. Mayores contenidos de arcilla aumentan: el área superficial, la contracción-expansión, la retención hídrica, la plasticidad, la porosidad total, la capacidad de intercambio catiónico (CIC), y disminuyen: la tasa de infiltración y la densidad aparente. Por otro lado, un contenido adecuado de arena asegura la presencia de macroporos y con ello mayor infiltración y aireación (Taboada, 2012).

Indicadores de calidad del suelo

Para evaluar las condiciones del suelo existen una serie de indicadores de calidad estandarizados que sirven como referencia, indicadores que permiten evaluar el estado de los suelos a través de observaciones o mediciones que nos indican si un suelo es sano, productivo o si, por el contrario; se encuentra degradado (SQI, 1996).

Los indicadores suelen funcionar no solo para describir sino para monitorear el mismo objeto de estudio en el tiempo (Altieri y Nicholls, 2002).

Los indicadores de calidad pueden ser categorizados en cuatro grupos generales como son: indicadores químicos, físicos, biológicos, adicionalmente se pueden usar indicadores visuales del sistema productivo que ejercen influencia en la calidad del suelo.

- a) **Indicadores químicos:** Dentro de la calidad del suelo está inmersa la fertilidad que puede ser evaluada por medio de indicadores químicos como el pH, Capacidad de Intercambio Catiónico, Carbono orgánico total, saturación de bases,

etc. De la interacción de todos estos atributos que definen la fertilidad depende la producción vegetal en los agroecosistemas (Altieri y Nicholls, 2002).

- b) Indicadores físicos:** La calidad del suelo puede ser descrita por algunos indicadores físicos como densidad aparente, infiltración, porosidad, estructura, características de los agregados, etc. que influyen sobre diversos fenómenos como: el transporte de agua, nutrientes y aire, así como en la estimulación de procesos realizados por los microorganismos e invertebrados del suelo. Adicionalmente regula la emergencia de las plántulas, la penetración de las raíces e influye en los procesos de erosión (Karlen *et al.* 1992, Vandermeer, 2011).
- c) Indicadores biológicos:** En el suelo viven una serie de organismos; los animales o fauna edáfica ejercen una función importante con respecto al ciclo de nutrientes. Estos organismos también afectan la evolución de los suelos participando de la mezcla de partículas orgánicas y minerales, en la formación de poros y agregados por materia fecal, por estas razones los organismos son considerados un factor formador del suelo (Gliessman, 2002; López, 2001).

Con respecto al ciclo de nutrientes la mesofauna y macrofauna edáfica:

1. Consumen materia orgánica y la simplifican o fraccionan.
2. Mezclan el suelo y aumentan la porosidad mejorando las condiciones para la mineralización de la materia orgánica.
3. Aumentan la disponibilidad de nutrientes con material fecal y controlan poblaciones de microorganismos. En el caso específico de las lombrices su presencia nos sirve como indicador de baja o alta aplicación de agroquímicos, debido a que son muy sensibles a estas sustancias (López, 2001).

1.2.4. Fertilidad de suelos

a) Materia Orgánica

AGRIInova Science (2020), menciona que, la materia orgánica del suelo está constituida por un conjunto de sustancias depositadas en el suelo de origen animal y vegetal: restos orgánicos frescos (tejidos vegetales y animales), productos excretados por los organismos, productos de descomposición y compuestos de síntesis. Contiene aproximadamente un 5% de nitrógeno, por lo que su valor en el suelo se

puede calcular multiplicando por 20 su contenido en nitrógeno total y se clasifica de la siguiente manera (Gros y Domínguez, 1992).

Extremadamente pobre (0,00 – 0.60), pobre (0.61 – 1.20), medianamente pobre (1.21 – 1.80), mediano (1.81 – 2.40), medianamente rico (2.41 – 3.00), rico (3.01 – 4.20) y extremadamente rico (mayor de 4.20).

Para Jhonstom (1991), menciona que la cantidad de humus en el suelo depende de muchos factores, tales como la incorporación de nuevos restos orgánicos al suelo y su velocidad de oxidación química y biológica, la velocidad de descomposición de la materia orgánica existente ya en el suelo, la textura del suelo, la aireación, humedad y los factores climáticos. Las prácticas de manejo del cultivo también pueden tener un efecto sobre este parámetro, ya que, por ejemplo, el empleo de abonos minerales acelera la descomposición de la materia orgánica en el suelo. Esto es una manifestación del crecimiento de la actividad biológica, que se traduce en la práctica en una mejora de la fertilidad y, por tanto, de los rendimientos (Gros y Domínguez, 1992).

Para Clocchiatti *et al.* (2019), el incremento de la materia orgánica del suelo a menudo coincide con un aumento de la biomasa fúngica, los suelos cultivables albergan un conjunto diverso de hongos, que pueden ser estimulados por enmiendas orgánicas, el nivel de estimulación depende de la calidad de las enmiendas. Por su parte, Martínez *et al.* (2008) manifiestan que, la materia orgánica del suelo tiende a aumentar el pH cuando el suelo es ácido y tiende a disminuirlo cuando el pH del suelo es alcalino. Para Orozco *et al.* (2016), estos valores de pH podrían ser la principal causa de la baja disponibilidad de fósforo, ya que según Mengel y Kirkby (2001), con pH de suelo neutro las dos especies de fosfatos están en forma disponible, con el aumento del pH su disponibilidad disminuye.

Al disminuir el contenido de MO del suelo, se reduce el poder tampón del suelo, lo que puede ser causa del incremento de pH (Chang *et al.* 2007; Cantero *et al.* 2016), por otro lado, el incremento del catión Na⁺ podría ser la principal causa del mayor valor en la C.E (Cortés-D *et al.* 2013).

Efectos de la materia orgánica sobre el suelo

AGRIInova Science (2020), indica que, la materia orgánica tiene múltiples efectos sobre el suelo siendo los más importantes los siguientes:

- Reducción de la densidad aparente de la densidad de sólidos.
- Incremento de la porosidad total del suelo. Los residuos de raíces al ser descompuestas dejan espacios entre partículas sólidas, lo cual facilita la penetración de agua y de aire.
- Cambios en la capacidad de retención de humedad; generalmente se incrementa la humedad disponible para las plantas y se mejora la eficiencia en el uso del agua
- Modifican la velocidad de infiltración de agua al suelo.

Mejora de la fertilidad a través de la materia orgánica.

AGRIInova Science (2020), indica como mejora la fertilidad la materia orgánica:

- Es fuente de elementos nutritivos para las plantas y de alimentos y energía para los microorganismos y otros seres vivos del suelo.
- Mejora la fertilidad natural del suelo cuando se manejan apropiadamente, ya que liberan elementos nutritivos durante su descomposición y produce ácidos orgánicos capaces de disolver minerales y ponerlos en forma aprovechables para las plantas.
- Aumenta la capacidad de intercambio catiónico del suelo.
- Eleva su capacidad amortiguadora de cambios en PH.
- Forma compuestos orgánicos – Minerales que favorecen la absorción de elementos nutritivos por las plantas.
- Productos para mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo

b) Nitrógeno

El nitrógeno en el suelo se encuentra en dos formas diferentes: orgánica y química. En forma química aparece en forma de nitratos, nitritos y amonio. El nitrógeno orgánico o amoniacal se encuentra formando parte de los residuos de cosecha, abonos orgánicos o en los microorganismos del suelo. Este nitrógeno se libera poco a poco para ser utilizado por las plantas. Por lo tanto, la medida analítica de nitrógeno no expresa la cantidad realmente disponible por las plantas (Garrido, 1993).

Una de las funciones más importantes del nitrógeno es la de tener una acción directa sobre el incremento de la masa seca (McDonald *et al.* 1996) porque favorece el desarrollo del tallo, el crecimiento del follaje y contribuye en la formación de frutos y granos (Guerrero, 1993). Sin embargo, un exceso de este elemento provoca un crecimiento excesivo del follaje, un escaso desarrollo en el sistema radical y un retardo en la formación de flores y frutos (Guerrero, 1993). El nitrógeno tiene un gran efecto sobre el desarrollo de las plantas. Uno de los procesos que se ven afectados por la deficiencia de este elemento es la fotosíntesis. La deficiencia de nitrógeno tiene como consecuencias un colapso de los cloroplastos y disturbios en el desarrollo de los mismos (Mengel y Kirkby, 1982). En estudios más recientes (Sikora, 1998) demostraron que para el crecimiento óptimo de las plantas debe haber un balance entre la tasa de producción de fotosíntesis y la tasa de asimilación de nitrógeno. Mencionan que bajo condiciones de alta actividad fotosintética (alta intensidad de luz, temperatura óptima y ausencia de estrés de agua), el nivel de nitrógeno debe de ser alto y viceversa.

c) **Fósforo**

Las raíces absorben el fósforo principalmente en forma de ión ortofosfato primario (H_2PO_4), o como ortofosfato secundario (HPO_4). En el caso de estos aniones, el pH influye enormemente en la proporción con la que son absorbidos por la planta. Así, cuando se tienen valores de pH básicos o alcalinos en el suelo, se puede reducir la disponibilidad del (H_2PO_4) porque puede haber precipitación de sales de fósforo al reaccionar con cationes como el calcio (Ca^{++}) o magnesio (Mg^{++}) y formarse fosfatos poco solubles con estos elementos. Por el contrario, cuando existen valores de pH ácidos en el suelo, se podrán formar otros compuestos fijando (HPO_4) con cationes como el hierro (Fe^{++}), aluminio (Al^{+++}) y manganeso (Mn^{++}), los cuales aumentan su solubilidad a medida que disminuye el pH (pH más ácido). La toma acumulativa de estos elementos por las células corticales de la raíz debe ser seguida de la transferencia a través de la raíz el xilema. El fósforo transportado por el xilema es en su mayoría fósforo inorgánico, el cual es distribuido a todas las partes de la planta (Fernández, 2007).

Este promueve maduración temprana y calidad de frutos. Un adecuado suministro en las primeras etapas vegetativas es importante en el retraso del crecimiento de las

partes reproductivas asociadas a la vez con una pronta maduración de los cultivos. Se le considera esencial en la formación y maduración de las semillas encontrándose en gran cantidad en éstas y frutos; los meristemos y tejidos activos. Incrementa también la resistencia a enfermedades. Una buena fertilización con Fósforo ha sido asociada con un incremento del crecimiento de las raíces (Rodríguez, 1989; Tisdale y Nelson, 1991)

El fósforo tiene un movimiento a muy cortas distancias (~2 mm) para llegar a las raíces, en tanto que el potasio se considera disponibles sólo las formas en la solución y adsorbido o intercambiable (Álvarez y Rimski-Korsakov, 2016).

d) Potasio

El potasio se encuentra en el suelo en forma de catión intercambiable, es decir, adsorbido a las arcillas y a la materia orgánica en sus sedes de intercambio, pasando fácilmente a la solución del suelo por la acción de ácidos débiles. Muchos suelos son ricos en potasio de forma natural, por contener arcillas del tipo de la illita. Esto ocurre por ejemplo en zonas donde la roca madre es una pizarra. También son ricos en potasio los suelos que se abonan frecuentemente con enmiendas orgánicas (Garrido, 1993). Las respuestas a la fertilización con potasio no se observan comúnmente cuando los análisis de suelos dan resultados arriba de 175 ppm (350 lb/acre) para vegetales, cultivos agronómicos y pastos, y arriba de 90 ppm (180 lb/acre) para frutales (Espinoza, Slaton y Mozaffari, 2012).

Por otra parte, Gardner *et al.* (1985), mencionan que el potasio tiene un papel vital en la fotosíntesis debido a que incrementa el crecimiento y el índice de área foliar y por lo tanto, la asimilación de CO₂, además incrementa el transporte de los fotosintatos fuera de las hojas debido a una mayor formación de ATP, la cual es esencial para mover los fotosintatos al floema.

Se debe tener en cuenta que nutrientes rápidamente absorbidos por la planta como el catión potasio y el anión fosfato presentes en la solución del suelo, son transportados a las raíces principalmente por difusión, por lo que se requiere mantener los niveles de concentración de estos elementos (Mengel y Kirkby, 2001).

e) Calcio

La mayoría de los suelos arenosos tienen concentraciones menores de 400 a 500 ppm (800 a 1,000 lb/acre) de calcio, los suelos arcillosos usualmente contienen arriba de 2,500 ppm. Normalmente, el contenido de arcilla incrementa con altos contenidos de calcio. Aplicaciones recientes de cal pueden resultar en niveles más altos de calcio. Si el pH del suelo es mantenido en los rangos recomendados para el crecimiento óptimo de los cultivos, las deficiencias de calcio no son muy comunes. En general, los suelos arcillosos necesitan más cal que los suelos de textura media para subir el pH del suelo a los niveles deseados (Espinoza, Slaton y Mozaffari, 2012).

f) Magnesio

Uno de los papeles bien conocidos del magnesio se encuentra en el proceso de la fotosíntesis, ya que es un componente básico de la clorofila, la molécula que da a las plantas su color verde. Si el análisis de suelo es menor de 31 ppm (62 lb/acre), los reportes de suelo sugerirán aplicaciones de magnesio. La mayoría de suelos bajos en magnesio son usualmente ácidos y bajos en calcio (Espinoza, Slaton y Mozaffari, 2012)

g) Sodio

El sodio no cumple los criterios de un nutriente vegetal, dado que las plantas pueden completar su ciclo de vida sin sodio y puede ser reemplazado en su función por nutrientes vegetales (p. ej. por potasio como agente osmótico). El sodio es móvil dentro de la planta y comparado con otros nutrientes como el potasio y el magnesio tiene un significado secundario dentro de la nutrición de la planta. Regula la presión osmótica a nivel celular el cual conduce a un eficiente uso del agua. La deficiencia de sodio causa en especies natrofilicas clorosis y necrosis, e inclusive puede impedir la formación de flores (K+S Minerals and Agriculture, 2019).

1.2.5. Coeficientes Hídricos

Los coeficientes hídricos están determinados por las características de las aguas contenidas en los suelos

Punto de Marchitez

Allen *et al.* (2006), mencionan que el punto de marchitez permanente es el contenido de humedad en el suelo en el cual las plantas se marchitan permanentemente.

Baéz (2010), menciona que el punto de marchitez, es el valor mínimo de agua que retiene un suelo en el momento en que el cultivo llega a una marchitez irreversible. Aunque se define como un punto, es un rango de valor bajo el cual las plantas, según especie y caracterizaciones, no superarán el estrés hídrico por defecto.

García *et al.* (2012), indican que es el contenido de agua que tiene un suelo cuando el cultivo extrajo toda el agua utilizable. Por convención corresponde al contenido de agua a una tensión o potencial mátrico de -15 bares.

Capacidad de Campo

García *et al.* (2012), mencionan que es el contenido de agua que tiene un suelo después que se saturó y drenó libremente por espacio de 24 a 72 horas (cuanto más pesado el suelo, más demora en llegar a CC). En un suelo saturado todos los poros están ocupados por agua. En un suelo a CC los macroporos perdieron el agua y están llenos de aire, y los microporos están llenos de agua, la que es retenida contra la fuerza de la gravedad. Este es el límite máximo de agua utilizable por las plantas, y representa el máximo nivel de confort hídrico para los cultivos.

Corresponde aproximadamente al contenido de agua del suelo a una tensión o potencial mátrico del agua de -0,33 bares. Normalmente este contenido de agua se toma alrededor de 24 a 48 horas después de un riego o lluvia abundante, teniendo la precaución de cubrir el suelo con un plástico para evitar la evaporación.

Agua Disponible

García *et al.* (2012), reporta que la disponibilidad de agua en el suelo se refiere a la capacidad de un suelo de retener el agua disponible para las plantas. Después de una lluvia importante o riego, el suelo comenzará a drenar agua hasta alcanzar la capacidad de campo.

Muñoz (2009), menciona que el déficit de agua en el suelo es el factor principal que impide que los cultivos alcancen su potencial de productividad. El agua afecta la forma química en la que los nutrientes se encuentran en el suelo y cuando ocurre un déficit de humedad se disminuye la disponibilidad de aquellos a pesar de que se encuentren en cantidades suficientes.

Velocidad de infiltración

Muñoz y Miranda (2014), reporta que la velocidad de infiltración o tasa de penetración del agua en el suelo es un factor determinante del tiempo de riego, el que se puede definir como el número de horas o minutos en que el agua debe escurrir sobre el suelo para que penetre y moje la zona de raíces. La velocidad de infiltración varía considerablemente según el tipo de suelo (textura). Es así como los suelos pesados (arcillosos) presentan una baja velocidad de penetración de agua en comparación con los suelos livianos (arenosos), que tienen una alta velocidad de infiltración. Esto hace que los suelos arcillosos se deban regar durante más tiempo que los arenosos para mojar a una misma profundidad de suelo.

Otros factores que afectan significativamente la velocidad de infiltración del agua es la presencia de "estratos compactados" en el subsuelo (pie de arado) producto, en la mayoría de los casos, de un excesivo uso de maquinaria pesada en las labores de rastreo, principalmente. Además, en los surcos de riego se va produciendo con el tiempo un señalamiento debido al depósito de sedimentos transportados por el agua.

CAPÍTULO II

MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Localización

2.1.1. Lugar donde se desarrolló la investigación

El trabajo de investigación se realizó en el fundo El Pacifico de propiedad del Sr. Jorge Luis Peláez Rivera, situado en la localidad de Lamas, distrito de Lamas y región San Martín a una Longitud Oeste de $76^{\circ} 42'$, Latitud Sur de $06^{\circ} 16'$ y una altitud de 920 msnmm, a unos 24.0 km, del distrito de Tarapoto. El predio está dedicado al sembrío de productos hortícolas como pepino, ajís de distintas variedades, rudas, romeros, tomates, caihuas, coles, lechugas, repollo, cebolla china, girasoles, plantas ornamentales.

Dimensiones del campo experimental

Área total	: 247 m ²
Área neta	: 154 m ²
Área de la unidad experimental	: 7,02 m ²
Número de tratamientos (t)	: 11
Número de bloques/t (b)	: 3
Número total de UE	: 33
Distancia entre bloques	: 1 m
Distancia entre tratamientos	: 0,50m

2.2. Características edafoclimáticas de la zona en estudio

a) Características edáficas

Las condiciones de textura del fundo hortícola “El Pacífico” es de franco arenoso, con un pH de 6,99, materia orgánica es 1,96% En la tabla 1, se muestra, las características físicas y químicas del suelo antes de la incorporación de la biomasa de repollo.

Tabla 1*Análisis físico-químico del suelo*

Determinaciones		Dato	Interpretación
pH		6,99	Neutro
M.O (%)		1,96	Bajo
C.E. (μ S)		113,25	No hay problema de sales
Análisis Físico de la muestra	(%) Arena	53,0	
	(%) Limo	16,0	
	(%) Arcilla	31,0	
	Clase Textural		Franco Arcillo Arenoso
Elementos mayores disponibles	N (%)	0,0882	Bajo
	P (ppm)	30,63	Alto
	K (ppm)	136,23	Medio
Análisis Químico de Cationes Cambiables	Ca ⁺⁺ (meq/100 g)	6,32	Bajo
	Mg ⁺⁺ (meq/100 g)	1,12	Bajo
	K ⁺ (meq/100 g)	0,3	Bajo
	Na ⁺ (meq/100 g)	0,1	Muy Bajo
C.I.C. (meq/100 g)		7,9	

Fuente: Laboratorio de suelos y aguas de la FCA de la UNSM-T. (2019).

b) Características climáticas

Ecológicamente donde se ejecutó el trabajo de investigación presenta una zona de vida caracterizada por ser Bosque Seco Tropical (bs-T), (Holdridge, 1970). En la tabla 2, se muestran los datos meteorológicos.

Tabla 2*Datos climáticos de ejecución de la tesis CO-Lamas*

Meses / 2019	Temperatura			Precipitación mensual (mm)	Humedad relativa (%)
	Máxima	Mínima	Media		
Mayo	28,0	20,0	23,9	134,8	89
Junio	27,9	19,9	23,8	55,0	88
Julio	27,8	19,1	23,2	150,9	89
Agosto	28,8	18,9	23,6	47,6	87
Promedio	28,1	19,4	23,6	97	88,2

Fuente: SENAMHI (2019)

2.3. Materiales

a) Materia orgánica utilizada

Biomasa de repollo (40 y 80 t/ha)

b) Cultivos

Cebolla china "*Allium fistulosum* L" (Var. Roja chiclayana)

Culantro "*Coriandrum sativum*" (Var. Larga duración)

Rabanito "*Raphanus sativus*" (Var. Gran Rapid)

Lechuga "*Lactuca sativa*" (Var. Great Lake 659)

Frejol "*Phaseolus vulgaris*" (Var. Allpa)

2.4. Métodos

2.4.1. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Diseño estadístico

En el trabajo de investigación, se utilizó el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con arreglo factorial 2 niveles de M.O. 6 sistemas, distribuidos en sistemas de acuerdo a las asociaciones de los cultivos de Cebolla china, Lechuga, Rabanito, tres repeticiones y un testigo absoluto.

Los resultados de las diferentes variables evaluadas fueron sistematizados con el programa estadístico INFOSTAT 2018 a niveles comparativos y de confianza del 1% y del 5% y la prueba de rangos múltiples de Duncan para promedios de tratamientos a una $P < 0,05$.

Factores estudiados

Factor A: Niveles de materia orgánica (Biomasa de repollo)

A1: 40 Tn.ha⁻¹

A2: 80 Tn.ha⁻¹

Factor B: Sistemas de cultivo

B1: Cebolla China

B2: Asociación de Cebolla china + frejol

B3: Asociación de Cebolla china + culantro

B4: Asociación de Cebolla china + rabanito

B5: Asociación de Cebolla china + culantro + frejol

B6: Asociación de Cebolla china + rabanito + frejol

Tabla 3

Tratamientos estudiados para cebolla china

Tts	Combinaciones	Descripción
1	A1B1	40 Tn.ha ⁻¹ x Cebolla china
2	A1B2	40 Tn.ha ⁻¹ x Asociación Cebolla china + frejol
3	A1B3	40 Tn.ha ⁻¹ x Asociación Cebolla china + culantro
4	A1B4	40 Tn.ha ⁻¹ x Asociación Cebolla china + rabanito
5	A1B5	40 Tn.ha ⁻¹ x Asociación Cebolla china + culantro + frejol
6	A1B6	40 Tn.ha ⁻¹ x Asociación Cebolla china + rabanito + frejol
7	A2B1	80 Tn.ha ⁻¹ x Cebolla china
8	A2B2	80 Tn.ha ⁻¹ x Asociación de Cebolla China + frejol
9	A2B3	80 Tn.ha ⁻¹ x Asociación Cebolla china + culantro
10	A2B4	80 Tn.ha ⁻¹ x Asociación Cebolla china + rabanito
11	A2B5	80 Tn.ha ⁻¹ x Asociación Cebolla china + culantro + frejol
12	A2B6	80 Tn.ha ⁻¹ x Asociación Cebolla china + rabanito + frejol

Tabla 4

Tratamientos estudiados para lechuga

Tts	Combinaciones	Descripción
1	A1B1	40 Tn.ha ⁻¹ x Lechuga
2	A1B2	40 Tn.ha ⁻¹ x Asociación Lechuga + frejol
3	A1B3	40 Tn.ha ⁻¹ x Asociación Lechuga + rabanito
4	A1B4	40 Tn.ha ⁻¹ x Asociación Lechuga + rabanito + frejol
5	A2B1	80 Tn.ha ⁻¹ x Lechuga
6	A2B2	80 Tn.ha ⁻¹ x Asociación de Lechuga + frejol
7	A2B3	80 Tn.ha ⁻¹ x Asociación Lechuga + rabanito
8	A2B4	80 Tn.ha ⁻¹ x Asociación Lechuga + rabanito + frejol

Tabla 5*Tratamientos estudiados para rabanito*

Tts	Combinaciones	Descripción
1	A1B1	40 Tn.ha ⁻¹ x Rabanito
2	A1B2	40 Tn.ha ⁻¹ x Asociación Rabanito + frejol
3	A1B3	40 Tn.ha ⁻¹ x Asociación Lechuga + rabanito
4	A1B4	40 Tn.ha ⁻¹ x Asociación Rabanito + cebolla china
5	A1B5	40 Tn.ha ⁻¹ x Asociación Lechuga + rabanito + frejol
6	A1B6	40 Tn.ha ⁻¹ x Asociación Rabanito + cebolla china + frejol
7	A2B1	80 Tn.ha ⁻¹ x Rabanito
8	A2B2	80 Tn.ha ⁻¹ x Asociación de Rabanito + frejol
9	A2B3	80 Tn.ha ⁻¹ x Asociación Lechuga + rabanito
10	A2B4	80 Tn.ha ⁻¹ x Asociación Rabanito + cebolla china
11	A2B5	80 Tn.ha ⁻¹ x Asociación Lechuga + rabanito + frejol
12	A2B6	80 Tn.ha ⁻¹ x Asociación Rabanito + cebolla china + frejol

2.5. Conducción del experimento**a) Limpieza del terreno**

Se hizo manualmente utilizando algunas herramientas tales como machete y lampa para eliminar las malezas que se encuentran en el área designada para el trabajo de investigación.

b) Preparación del terreno y mullido

Esta actividad se realizó removiendo el suelo con el uso de un motocultor, seguidamente se empezó a nivelar las parcelas con la ayuda de un rastrillo.

c) Muestreo de suelo

Para esta actividad se tomaron 3 sub muestras en zigzag a una profundidad de 25 cm, procediendo a mezclar para obtener una muestra de 1 Kg, la que fue enviada al laboratorio de suelos de la Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto para su análisis físico-químico. Dichas muestras fueron sacadas antes de la incorporación de la biomasa de repollo y después de la cosecha de los cultivos.

d) Almacigo

Esta actividad se realizó en bandejas almacigueras utilizando como sustrato turbas de algas marinas y semillas de lechuga, colocando una semilla por celda de la bandeja, permaneciendo en este durante 15 días, para luego ser llevado a campo definitivo.

e) Parcelado e incorporación de materia orgánica

Después de la remoción del suelo, se procedió a parcelar el campo experimental dividiendo en cuatro bloques y con sus respectivos tratamientos de acuerdo al croquis del campo experimental. Y a la vez la aplicación de las dosis de enmienda orgánica (biomasa de repollo), se realizó después del parcelado y de acuerdo a las dosis predeterminadas. La procedencia de la biomasa fue del fundo El Pacífico de Lamas.

f) Siembra

Para la siembra se utilizó semilla certificada de procedencia norte americana, adquirida en el importador “Semillería Manrique” de la ciudad de Lima. La siembra se realizó previo almacigado en bandejas almacigueras, con el uso de turbas provenientes de algas marinas con relación al cultivo de lechuga, luego se trasplantaron a campo definitivo previa demarcación usando un plantín por golpe de la variedad de lechuga cuyo distanciamiento fue de 0,2 m entre fila y 0,2 m entre planta. En lo que respecta a los demás cultivos fueron de siembra directa en campo definitivo, en el cultivo de cebolla china se utilizó semilla vegetativa, sembrando un bulbo por golpe a un distanciamiento de 0,20 m. entre fila y 0,10 m. planta, en el cultivo de culantro se utilizaron semilla botánica, sembrando a un distanciamiento de 0,20 m entre fila y 0,20 m entre planta y el cultivo de rabanito se utilizó semilla botánica, sembrando a un distanciamiento de 0,20 m entre fila y 0,20 m entre planta.

g) Riego

Se utilizó un sistema de riego por aspersion controlado, para no dañar a los plantines.

h) Deshierbo

Se realizó manualmente cada 3 semanas para controlar la maleza.

i) Cosecha

Esta actividad lo realizamos cuando las hortalizas alcanzaron su madurez comercial, y de manera manual, teniendo cuidado de no maltratarlo.

2.6. Parámetros evaluados**A). En cultivos****• Altura de planta**

La medición se tomó en plantas escogidas al azar, teniendo una muestra de 5 plantas por tratamiento, la determinación de la altura se realizó por el método directo. Este método está basado en la medición con una regla a partir de la primera semana después de la siembra de los cultivos, la medición tuvo una variación ya que algunos cultivos son más tardíos en emerger. Se realizó de manera semanal hasta que dure todo el proceso del cultivo.

• Diámetro de cuello

Esta actividad se realizó de manera directa con la ayuda de pie de rey, dicha medición se llevó a cabo a las dos semanas después de la siembra, teniendo en cuenta que había variaciones porque los periodos fenológicos de los cultivos utilizados son diferentes.

• Peso de materia fresca

El peso de materia fresca se determinó después de la cosecha, siendo solo pesado el follaje de la planta.

• Peso de masa radicular

Se realizó al final de la cosecha, pesando solo raíces de las plantas, con la ayuda de una balanza de precisión.

- **Rendimiento (kg/ha)**

Se realizo al final de la cosecha, el cual se obtuvo del número de plantas por el peso de la planta.

B). En suelo

- **Análisis físico – químico**

Se realizó con la finalidad de conocer la clase textural, la materia orgánica, conductividad eléctrica, elementos disponibles (N, P, K), cationes intercambiables (Ca, Mg, K, Na) y capacidad de intercambio catiónicos, en el Laboratorio de Suelos y Aguas de la Universidad Nacional de San Martín.

- **Coefficientes Hídricos**

Se hizo después de la cosecha de los cultivos determinaciones de coeficientes hídricos por cada tratamiento (punto de marchitez, capacidad de campo, agua disponible y velocidad de infiltración).

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo a la distribución de los tratamientos con sistemas de producción en diferentes asociaciones (sistemas de producción) con 2 dosis (niveles) de enmienda orgánica (biomasa de repollo), se procedió a sistematizar, procesar e interpretar la información generada en cada uno de los componentes (cultivos) individualmente de cada sistema productivo.

3.1. Cultivos

3.1.1. Cebolla china

a) Altura de planta (cm)

Tabla 6

ANVA para la altura de planta (cm)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	40.01	2	20.00	17.49	<0.0001 **
Tratamientos	83.75	11	7.61	6.66	0.0001**
Error	25.16	22	1.14		
Total	148.91	35			

C.V.= 4.97% R²= 83%

El ANVA para la altura de planta (Tabla 6), estableció diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) para los Bloques y tratamientos, con un Coeficiente de Variabilidad (C.V.) de 4.97% y un coeficiente de determinación del efecto de los tratamientos y bloques sobre la altura de planta (R^2) de 83%.

Tabla 7

Test de Duncan ($P < 0.05$) para promedios de altura de planta (cm) por tratamiento

Tratamientos	Medias	n	E.E.	Duncan ($P < 0.05$)
T7: 80 x C. china	24.93	3	0.62	a
T1: 40 x C. china	24.17	3	0.62	a
T10: 80 x C. china + rabanito	22.30	3	0.62	b
T8: 80 x C. china + frejol	21.53	3	0.62	b
T5: 40 x C. china + culantro + frejol	21.47	3	0.62	b c
T11: 80 x C. china + culantro + frejol	21.23	3	0.62	b c
T12: 80 x C. china + rabanito + frejol	20.97	3	0.62	b c
T4: 40 x C. china + rabanito	20.80	3	0.62	b c
T3: 40 x C. china + culantro	20.73	3	0.62	b c
T2: 40 x C. china + frejol	20.53	3	0.62	b c
T6: 40 x C. china + rabanito + frejol	20.23	3	0.62	b c
T9: 80 x C. china + culantro	19.40	3	0.62	c

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

En el Test de Duncan a una $P < 0.05$ (Tabla 7), se observa que con los tratamientos T7 (80t x cebolla china) y T1 (40t x cebolla china) se obtuvieron los mayores promedios con 24.93 cm y 24.17 cm de altura de planta siendo estadísticamente iguales entre sí y superando estadísticamente a los demás tratamientos. Los tratamientos que obtuvieron los menores promedios fueron el T6 (40t x Cebolla china + frejol), T6 (40t x Cebolla china + rabanito + frejol) y T9 (80t x Cebolla china + culantro) con 20.53 cm, 20.23 cm y 19.4 cm de altura de planta respectivamente.

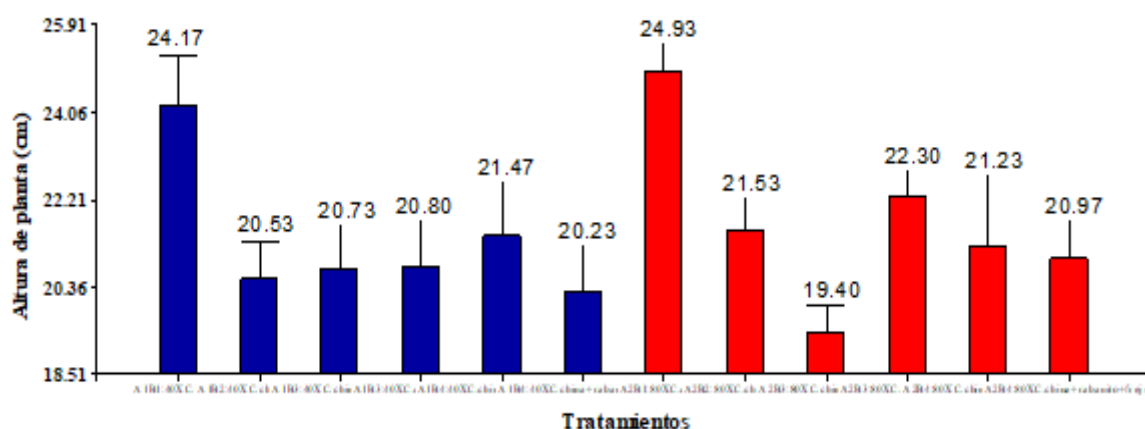


Figura 1: Respuesta de los sistemas de cultivos versus las dosis de biomasa de repollo en la altura de planta (cm)

En la figura 1, sobre la respuesta de los sistemas de cultivos versus las dosis de biomasa de repollo en la altura de planta (cm), se observa tendencias similares en ambos grupos (40 t y 80 t de biomasa de repollo) de sistemas de cultivos, donde los mayores promedios de altura

de planta en la cebolla china con 24.17 cm (T1) y 24.93 cm (T7) se alcanzaron con 40 t y 80 t de biomasa de repollo independientemente de los otros sistemas productivos en asociación con rabanito, culantro y frejol respectivamente; es decir que la aplicación de la enmienda orgánica reacciona mejor cuando el cultivo no está asociado. Esto puede atribuirse a que el cultivo no tuvo competencia en la absorción de nutrientes aportados por el abono orgánico y mejora las condiciones físicas del suelo.

Los que menor promedio de altura de planta de cebolla china con 19.40cm (T9) y 20.63cm (T6) se alcanzaron con 80tn y 40tn, lo que indica que tanto la asociación de cultivos como el desbalance de algunos de los principales nutrientes tuvieron influencia en la misma. Como lo menciona Figueroa (2016) que una producción de 35 t/ha de cebolla extrae aproximadamente: 128 kg/ha de N, 24 kg/ha de P, 99 kg/ha de K, 28 kg/ha de Ca y 6,3 kg/ha de Mg. Un desbalance en cualquiera de los nutrientes repercute en la calidad. Así mismo SMART FERTILIZER SOFTWARE (2021) menciona que, el exceso de fósforo interviene, en su mayor parte, con la absorción de otros elementos; y según análisis realizado existe alta cantidad de fósforo. Por otro lado, Beltrán Morales et al. (2006) mencionan que la adición de abono verde resulta en una mejora de la MO, lo que lleva a un mejor estado de agregación del suelo, menor densidad aparente y mejora en características de flujo de agua que benefician el crecimiento de los cultivos.

b) Diámetro del cuello (cm)

Tabla 8

ANVA para el diámetro del cuello (cm)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	0.02	2	0.01	0.97	0.3937 N.S.
Tratamientos	0.45	11	0.04	5.28	0.0005 **
Error	0.17	22	0.01		
Total	0.64	35			
C.V.=7.46%		R ² = 73%			

El ANVA para el diámetro del cuello de la planta (Tabla 8), estableció diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) para los Tratamientos, con un Coeficiente de Variabilidad (C.V.) de 7.46% y un coeficiente de determinación (R^2) de 73%.

Tabla 9

Test de Duncan ($P < 0.05$) para promedios del diámetro del cuello (cm) por tratamiento

Tratamientos	Medias	n	E.E.	Duncan ($P < 0.05$)
T10: 80 x C. china + rabanito	1.40	3	0.05	A
T7: 80 x C. china	1.40	3	0.05	a
T1: 40 x C. china	1.30	3	0.05	a b
T3: 40 x C. china + culantro	1.20	3	0.05	b c
T9: 80 x C. china + culantro	1.14	3	0.05	b c
T8: 80 x C. china + frejol	1.12	3	0.05	c
T12: 80 x C. china + rabanito + frejol	1.12	3	0.05	c
T11: 80 x C. china + culantro + frejol	1.12	3	0.05	c
T5: 40 x C. china + culantro + frejol	1.12	3	0.05	c
T6: 40 x C. china + rabanito + frejol	1.10	3	0.05	c
T2: 40 x C. china + frejol	1.09	3	0.05	c
T4: 40 x C. china + rabanito	1.09	3	0.05	c

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

En el Test de Duncan a una $P < 0.05$ (Tabla 9), se observa que con los tratamientos T10 (80t x Cebolla china + rabanito) y T7 (80t x Cebolla china) se obtuvieron los más altos promedios con 1.4 cm y 1.4 cm de diámetro del cuello de la planta, siendo estadísticamente igual al tratamiento T1 (40t x Cebolla china) con 1.3 cm y superando estadísticamente a los demás promedios de tratamientos.

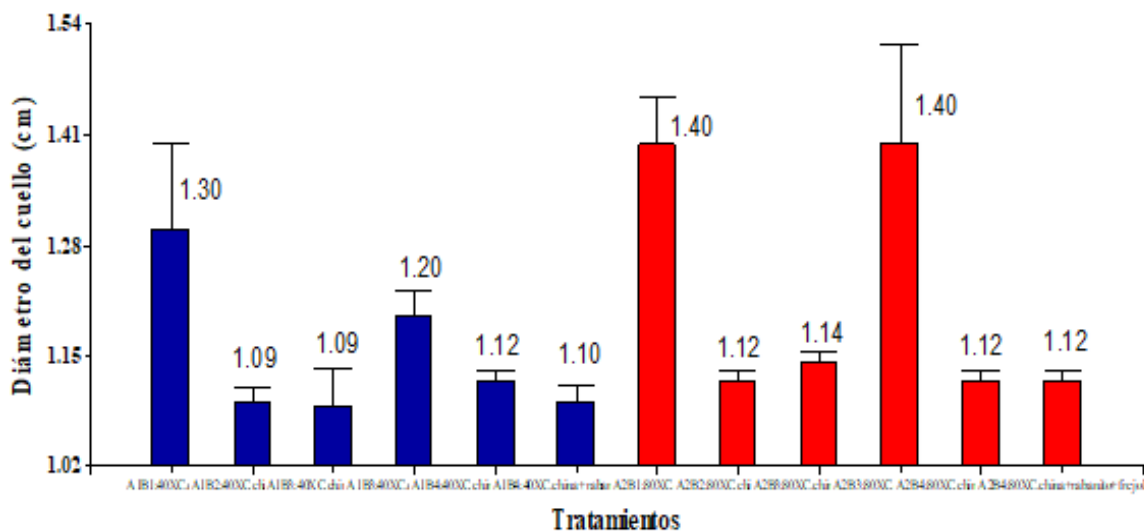


Figura 2: Respuesta de los sistemas de cultivos versus las dosis de biomasa de repollo en el diámetro del cuello (cm)

En la figura 2, sobre la respuesta de los sistemas de cultivos versus las dosis de biomasa de repollo en el diámetro del cuello de la planta (cm), se observa tendencias similares en ambos

grupos (40 t y 80 t de biomasa de repollo) de sistemas de cultivos. Los menores promedios de diámetro del cuello de la planta en el tratamiento con 40t de biomasa de repollo fueron T2 (cebolla china + frejol) y T4 (cebolla china + rabanito), cuyos diámetros fueron 1.09 cm para ambos. Así mismo con 80t de biomasa de repollo, los mayores promedios de diámetro de cuello de la planta fueron T10 (cebolla china + rabanito) y T7 (cebolla china) los mismos que alcanzaron 1.4 cm respectivamente. Es evidente que en la mayoría de los casos a mayor aporte de abono orgánico hubo un aumento de diámetro de cuello, lo que se puede atribuir a la asimilación de los nutrientes con el aporte de la biomasa de repollo en los dos niveles aplicados. Con la incorporación de biomasa de repollo los contenidos de nitrógeno y otros nutrientes aumentaron como se puede apreciar en la tabla 33 en comparación con la tabla 1 (análisis físico-químico del suelo), donde el porcentaje de nitrógeno es bajo. Al respecto Figueroa (2016), hace referencia que, entre los nutrientes esenciales del cultivo de cebolla china, el nitrógeno es el elemento que en mayor medida limita el crecimiento y rendimiento, de manera que para obtener niveles elevados de producción es necesario aplicar dosis de N de 150-200 kg de N/ha dependiendo del suelo.

c) Peso de la planta (g)

Tabla 10

ANVA para el peso de la planta (g)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	0.22	2	0.11	0.03	0.9673 N.S.
Tratamientos	9550.81	11	868.26	253.63	<0.0001 **
Error	73.86	22	3.36		
Total	9624.89	35			
C.V.= 2.28%	R ² = 99%				

El ANVA para el peso de la planta (Tabla 10), estableció diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) para los tratamientos, con un Coeficiente de Variabilidad (C.V.) de 2.28% y una explicación del efecto de los tratamientos y bloques sobre el peso de la planta (R^2) de 99%.

Tabla 11

Test de Duncan ($P < 0.05$) para promedios del peso de la planta (g) por tratamiento

Tratamientos	Medias	n	E.E.	Duncan ($P < 0.05$)	
T10: 80 x C. china + rabanito	91.63	3	1.06	a	
T11: 80 x C. china + culantro + fr.	88.60	3	1.06	a	b
T12: 80 x C. china + rabanito + fr.	88.37	3	1.06		b
T8: 80 x C. china + frejol	88.03	3	1.06		b
T9: 80 x C. china + culantro	87.40	3	1.06		b
T5: 40 x C. china + culantro + fr.	86.90	3	1.06		b
T4: 40 x C. china + rabanito	86.53	3	1.06		b
T3: 40 x C. china + culantro	86.23	3	1.06		b
T6: 40 x C. china + rabanito + fr.	85.93	3	1.06		b
T2: 40 x C. china + frejol	85.23	3	1.06		b
T7: 80 x C. china	46.97	3	1.06		c
T1: 40 x C. china	41.23	3	1.06		d

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

En el Test de Duncan a una $P < 0.05$ (Tabla 11), se observa que con el tratamiento **T10 (80t x Cebolla china + rabanito)** se obtuvo el mayor promedio con **91.63 g de peso de la planta**, siendo estadísticamente igual al tratamiento y T11 (80t x Cebolla china + culantro + frejol) con 88.6 g de peso de la planta y superando estadísticamente a los demás tratamientos. Los tratamientos que obtuvieron los menores promedios fueron el T7 (80t x Cebolla china) y T1 (40t x Cebolla china) que alcanzaron promedios de 46.97 g y 41.23 g de peso de la planta respectivamente.

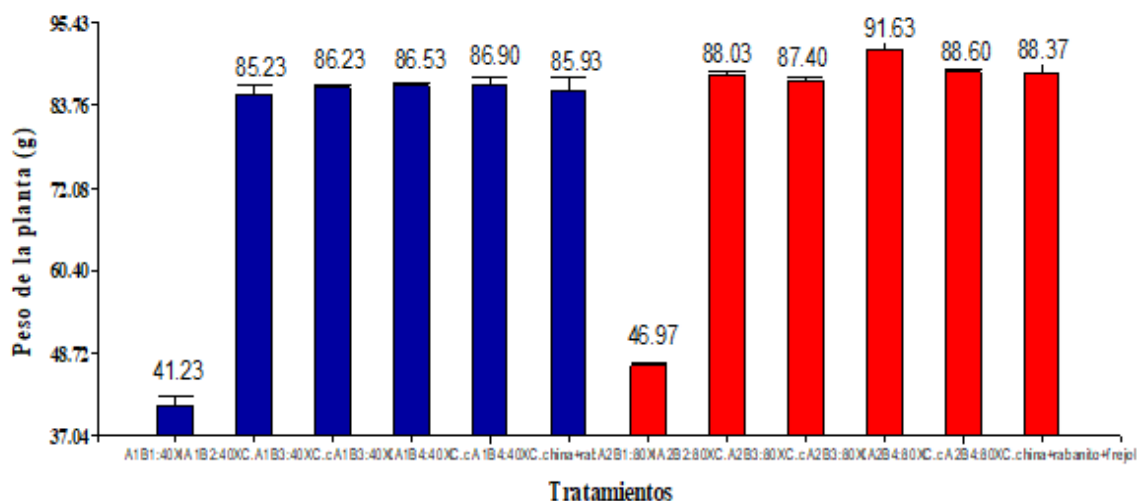


Figura 3: Respuesta de los sistemas de cultivos versus las dosis de biomasa de repollo en el peso de la planta (g).

En la figura 3, sobre la respuesta de los sistemas de cultivos versus las dosis de biomasa de repollo en el peso de la planta (g), se observa tendencias similares en ambos grupos (40 t y 80 t de biomasa de repollo) de sistemas de cultivos asociados, con promedios desde 85.23 g (T2: 40t x Cebolla china + frejol) hasta 91.63 g de peso de la planta (T10: 80t x Cebolla china + rabanito). Los tratamientos T7 (80t x Cebolla china) y T1 (40t x Cebolla china) que estuvieron en monocultivo tuvieron los menores promedios de peso por planta con 46.97 g y 41.23 g de peso de la planta respectivamente.

Asumimos que los tratamientos de cebolla china asociados tuvieron más peso debido a alguna contribución benéfica de los cultivos con los que estuvo asociado (rabanito, culantro, frejol). Al respecto, Erandy Rizo (2010), menciona que el rábano contribuye a la creación de materia orgánica, regenera la calidad del suelo y sirve como cultivo de cobertura. Igualmente se considera al frejol, que es una leguminosa que aporta nitrógeno al suelo. No hubo estos beneficios en los tratamientos de cebolla china en monocultivo.

d) Rendimiento ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)

Tabla 12

ANVA para el rendimiento ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	55972.22	2	27986.11	0.03	0.9673 N.S.
Tratamientos	2387702222.22	11	217063838.38	253.63	<0.0001 **
Error	18464027.78	22	839273.99		
Total	2406222222.22	35			
C.V.= 2.28%	R ² = 99%				

El ANVA para el rendimiento (Tabla 12), estableció diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) para Tratamientos, con un Coeficiente de Variabilidad (C.V.) de 2.28% y un coeficiente de determinación de los tratamientos y bloques sobre el peso de la planta (R^2) de 99%.

Tabla 13

Test de Duncan ($P < 0.05$) para promedios del rendimiento ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) por tratamiento

Tratamientos	Medias	N	E.E.	Duncan ($P < 0.05$)	
T10: 80 x C. china + rabanito	45816.67	3	528.92	A	
T11: 80 x C. china + culantro + fr.	44300.00	3	528.92	a	b
T12: 80 x C. china + rabanito + fr.	44183.33	3	528.92		b
T8: 80 x C. china + frejol	44016.67	3	528.92		b
T9: 80 x C. china + culantro	43700.00	3	528.92		b
T5: 40 x C. china + culantro + fr.	43450.00	3	528.92		b
T4: 40 x C. china + rabanito	43266.67	3	528.92		b
T3: 40 x C. china + culantro	43116.67	3	528.92		b
T6: 40 x C. china + rabanito + fr.	42966.67	3	528.92		b
T2: 40 x C. china + frejol	42616.67	3	528.92		b
T7: 80 x C. china	23483.33	3	528.92		c
T1: 40 x C. china	20616.67	3	528.92		d

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

En el Test de Duncan a una $P < 0.05$ (Tabla 13), se observa que con los tratamientos T10 (80t x Cebolla china + rabanito) se obtuvo el mayor promedio con $45\ 816.67\ \text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, siendo estadísticamente igual al tratamiento y T11 (80t x Cebolla china + culantro + frejol) con $44\ 300.0\ \text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ y superando estadísticamente a los promedios de los demás tratamientos. Los tratamientos que obtuvieron los menores promedios fueron el T7 (80t x Cebolla china) y T1 (40t x Cebolla china) quienes alcanzaron promedios de $23\ 483.33\ \text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ y $20\ 616.67\ \text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de rendimiento respectivamente.

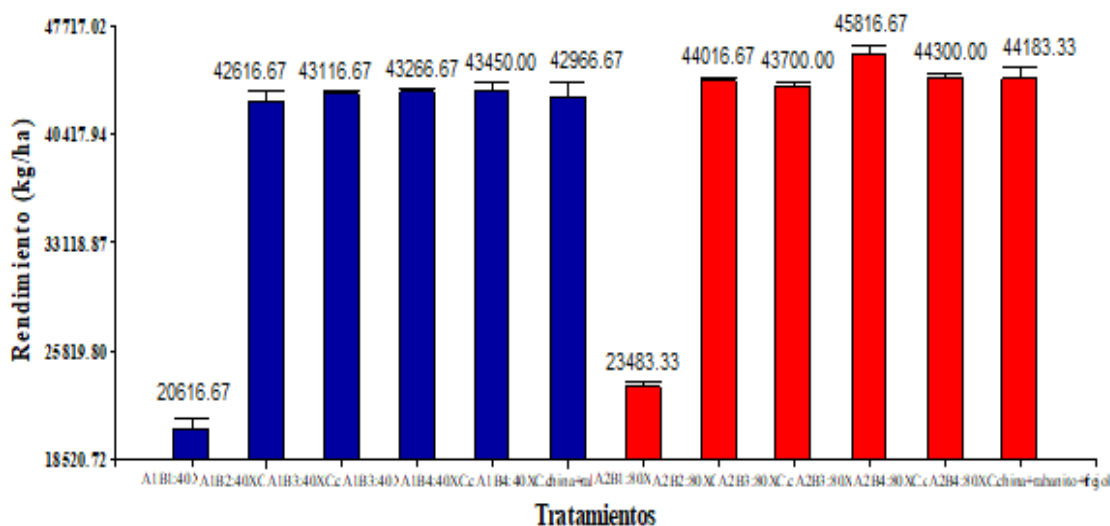


Figura 4: Respuesta de los sistemas de cultivos versus las dosis de biomasa de repollo en el rendimiento ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$).

En la figura 4, sobre la respuesta de los sistemas de cultivos versus las dosis de biomasa de repollo en el rendimiento ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), se observa tendencias sobresalientes en ambos grupos

con la aplicación de biomasa de repollo (40t y 80t) alcanzando los mayores rendimientos en los sistemas de cultivos asociados, con promedios desde 42 616.67 kg.ha⁻¹ (T2: 40t x Cebolla china + frejol) hasta 45 816.67 kg.ha⁻¹ de rendimiento (T10: 80t x Cebolla china + rabanito). Los tratamientos de menor rendimiento T7 (80t x Cebolla china) y T1 (40t x Cebolla china) como monocultivos con 23 483 kg.ha⁻¹ y 20 616.67 kg.ha⁻¹ de rendimiento respectivamente.

Este resultado está relacionado directamente con el peso de la planta obtenido en los tratamientos donde la cebolla china bajo sistema asociado, fueron los más sobresalientes, siendo mayores los tratamientos con aplicación de 80 t/ha de biomasa de repollo, seguido por los tratamientos con 40 t/ha. Igualmente, esto está relacionado con el mayor abastecimiento de nutrientes N, P, K y mejoras de las características químicas del suelo que apporto el abono orgánico aplicado, así como las mejoras en los coeficientes hídricos para la planta. También se puede atribuir a lo referido por Rizo (2010) para el caso del rábano quien señala que este cultivo tiene raíces primarias que pueden crecer varios metros de profundidad mitigando la compactación del suelo y liberando nitrógeno temprano para ser aprovechado por el cultivo con el que está asociado.

En cuanto a los tratamientos donde la cebolla china estuvo en monocultivo (T1 y T7), si bien tuvieron un mayor desarrollo y mayor diámetro de cuello de planta, fue más sensible al ataque de plaga y enfermedad que incidió sobre su menor peso de planta y menos rendimiento.

3.1.2. Lechuga

a) Altura de planta (cm)

Tabla 14

ANVA para la altura de planta (cm)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	37.41	2	18.70	17.48	0.0002 **
Tratamientos	22.58	7	3.23	3.01	0.0375 *
Error	14.98	14	1.07		
Total	74.96	23			

C.V.=4.75%

R²= 80%

El ANVA para la altura de planta (Tabla 14), estableció diferencias significativas ($P < 0.05$) para la fuente de variabilidad Tratamientos, con un Coeficiente de Variabilidad (C.V.) de 4.75% y un coeficiente de determinación del efecto de los tratamientos y bloques sobre la altura de planta (R^2) de 80%.

Tabla 15

Test de Duncan ($P < 0.05$) para promedios de la altura de planta (cm) por tratamiento

Tratamientos	Medias	N	E.E.	Duncan ($P < 0.05$)	
T4: 40 x Lechuga + rabanito + frejol	23.38	3	0.60	a	
T2: 40 x Lechuga + frejol	23.35	3	0.60	a	
T5: 80 x Lechuga	21.50	3	0.60	a	b
T7: 80 x Lechuga + rabanito	21.50	3	0.60	a	b
T3: 40 x Lechuga + rabanito	21.47	3	0.60	a	b
T8: 80 x Lechuga + rabanito + frejol	21.23	3	0.60		b
T6: 80 x Lechuga + frejol	21.23	3	0.60		b
T1: 40 x Lechuga	20.50	3	0.60		b

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

En el Test de Duncan a una $P < 0.05$ (Tabla 15), se observa que con los tratamientos T4 (40t x Lechuga + rabanito + frejol) y T2 (40t x Lechuga + frejol) se obtuvieron los mayores promedios con 23.38 cm y 23.35 cm de altura de planta siendo estadísticamente iguales entre sí y superando estadísticamente a los tratamientos T8 (80t x Lechuga + rabanito + frejol), T6 (80t x Lechuga + frejol) y T1 (40t x Lechuga) con 21.23 cm, 21.23 cm y 20.5 cm de altura de planta respectivamente.

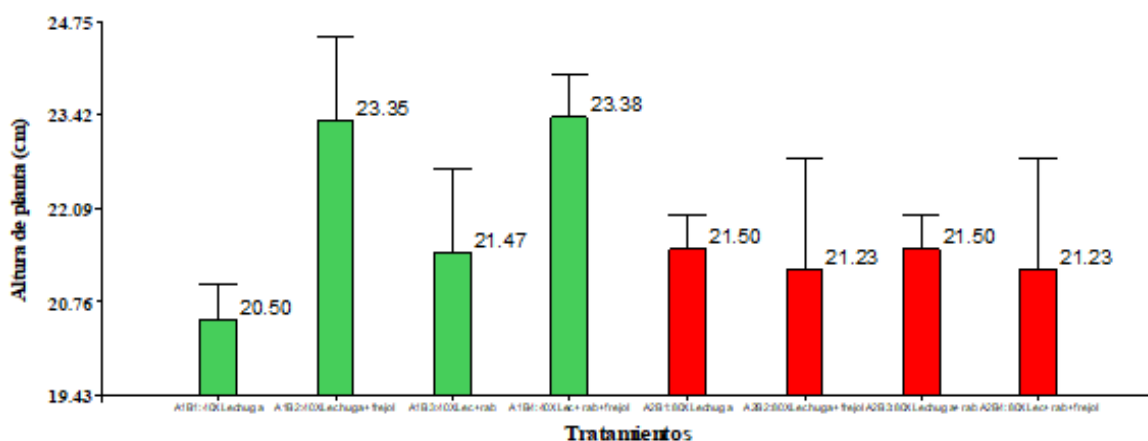


Figura 5: Respuesta de los sistemas de cultivos versus las dosis de biomasa de repollo en la altura de planta (cm).

En la figura 5, sobre la respuesta de los sistemas de cultivos versus las dosis de biomasa de repollo en la altura de planta (cm), se observa tendencias superiores en dosis de 40t, el T4

(lechuga + rabanito + frejol) con 23.38cm y con dosis de 80t el T5 (lechuga) con 21.50cm y T7 (lechuga + rabanito) con 21.50. Estos resultados muestran que en T4 y T2 tuvo mejor aporte de N, una dosis normal de fósforo y que la asociación fue beneficiosa para el cultivo, permitiendo su desarrollo. Esto es debido a que el frejol al ser una leguminosa tiene la particularidad de fijar nitrógeno atmosférico por bacterias diazotróficas, es por ello que el T4 posee una buena respuesta en el crecimiento por la fijación de estos microorganismos benéficos (Reynoso, 2019). En la dosis de 80 t según el análisis de suelo realizado después de la incorporación de la biomasa el % de MO es menor al tratamiento T4 y el fósforo tiene un exceso, lo que muestra su influencia al no alcanzar una buena altura. En estudios más recientes (Sikora, 1998) demostró que para el crecimiento óptimo de las plantas debe haber un balance entre la tasa de producción de fotosíntesis y la tasa de asimilación de nitrógeno. Bajo condiciones de alta actividad fotosintética (alta intensidad de luz, temperatura óptima y ausencia de estrés de agua), el nivel de nitrógeno debe de ser alto y viceversa. Así mismo (Rizo, 2010), indica que el rábano es incorporador de nitrógeno por medio de microorganismo benéficos fijadores que se encuentran en la rizosfera lo cual beneficia al cultivo con el que está asociada, así mismo mejora la calidad del suelo.

b) Diámetro del cuello (cm)

Tabla 16

ANVA para el diámetro del cuello (cm)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	0.01	2	2.9E-03	0.65	0.5356 N.S.
Tratamientos	0.11	7	0.02	3.46	0.0230 *
Error	0.06	14	4.4E-03		
Total	0.17	23			
C.V.=5.56%		R ² = 65%			

El ANVA para el diámetro del cuello de la planta (Tabla 16), estableció diferencias significativas ($P < 0.05$) para la fuente de variabilidad Tratamientos, con un Coeficiente de Variabilidad (C.V.) de 5.56% y un coeficiente de determinación del efecto de los tratamientos y bloques sobre el diámetro del cuello de la planta (R^2) de 65%.

Tabla 17

Test de Duncan ($P < 0.05$) para promedios del diámetro del cuello (cm) por tratamiento

Tratamientos	Medias	N	E.E.	Duncan ($P < 0.05$)		
T6: 80 x Lechuga + frejol	1.28	3	0.04	A		
T2: 40 x Lechuga + frejol	1.23	3	0.04	a	b	
T8: 80 x Lechuga + rabanito + frejol	1.22	3	0.04	a	b	
T7: 80 x Lechuga + rabanito	1.22	3	0.04	a	b	
T4: 40 x Lechuga + rabanito + frejol	1.21	3	0.04	a	b	
T5: 80 x Lechuga	1.16	3	0.04	a	b	c
T3: 40 x Lechuga + rabanito	1.12	3	0.04		b	c
T1: 40 x Lechuga	1.06	3	0.04			c

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

En el Test de Duncan a una $P < 0.05$ (Tabla 17), se observa que con el tratamiento T6 (80t x Lechuga + frejol) se alcanzó el mayor promedio con 1.28 cm de diámetro del cuello de la planta, siendo estadísticamente igual a los tratamientos T2 (40t x Lechuga + frejol), T8 (80t x Lechuga + frejol), T7 (80t x Lechuga + rabanito), T4 (40t x Lechuga + rabanito + frejol) y T5 (80t x Lechuga) y superando a los tratamientos T3 (40t x Lechuga + rabanito) y T1 (40t x Lechuga) quienes alcanzaron promedios de 1.12 cm y 1.06 cm de diámetro del cuello de la planta respectivamente.

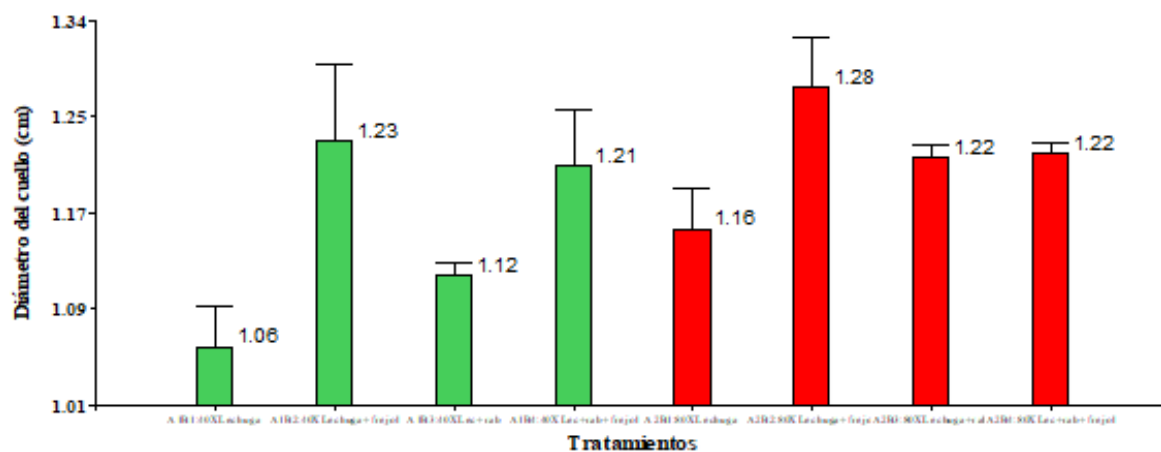


Figura 6: Respuesta de los sistemas de cultivos versus las dosis de biomasa de repollo en el diámetro del cuello (cm).

En la figura 6, sobre la respuesta de los sistemas de cultivos versus las dosis de biomasa de repollo en el diámetro del cuello de la planta (cm), se observa tendencias relativamente similares en ambos grupos (80 t y 40 t de biomasa de repollo) de sistemas de cultivos, donde los mayores promedios de diámetro del cuello de la planta en el tratamiento con 40 t de biomasa de repollo con Lechuga + frejol (T2) con 1.23 cm y con 80t x Lechuga + frejol (T6)

con 1.28 cm de diámetro del cuello de la planta. La razón de ello es por la asociación del cultivo influyó para que tenga mejor diámetro de cuello como lo menciona (Elorza, 2016) que la asociación de ciertos cultivos mejora la calidad y rendimiento porque se benefician de los nutrientes producidos por las plantas asociadas, sirviendo como abono o fertilizante natural. Así mismo el frejol es fijador de nitrógeno (Reynoso, 2019) eso quiere decir que producen este elemento para su nutrición y proporcionan Nitrógeno al suelo es por ello que la dosificación de 40 t de biomasa de repollo ocupó el segundo lugar por la asociación de lechuga + frejol, en otras palabras, el frejol actúa como un adicionador de nitrógeno del suelo por las bacterias y al mismo tiempo otros microorganismos descomponen esta biomasa.

c) Peso de la planta (g)

Tabla 18

ANVA para el peso de la planta (g)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	25.11	2	12.56	3.62	0.0542 N.S.
Tratamientos	193.25	7	27.61	7.95	0.0006 **
Error	48.60	14	3.47		
Total	266.96	23			

C.V.=2.17% $R^2= 82\%$

El ANVA para el peso de la planta (Tabla 18), estableció diferencias altamente significativas ($P<0.01$) para la fuente de variabilidad Tratamientos, con un Coeficiente de Variabilidad (C.V.) de 2.17% y un coeficiente del efecto de los tratamientos y bloques sobre el peso de la planta (R^2) de 82%.

Tabla 19

Test de Duncan ($P<0.05$) para promedios del peso (g) de la planta por tratamiento

Tratamientos	Medias	N	E.E.	Duncan ($P<0.05$)
T4: 40 x Lechuga + rabanito + frejol	89.47	3	1.08	a
T8: 80 x Lechuga + rabanito + frejol	87.60	3	1.08	a
T6: 80 x Lechuga + frejol	87.60	3	1.08	a
T3: 40 x Lechuga + rabanito	86.90	3	1.08	a
T7: 80 x Lechuga + rabanito	86.77	3	1.08	a
T5: 80 x Lechuga	86.77	3	1.08	a
T2: 40 x Lechuga + frejol	81.77	3	1.08	b
T1: 40 x Lechuga	80.77	3	1.08	b

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

En el Test de Duncan a una $P < 0.05$ (Tabla 19), se observa que con los tratamientos T4 (40t x Lechuga + rabanito + frejol), T8 (80t + Lechuga + rabanito + frejol), T6 (80t + Lechuga + frejol), T3 (40t + Lechuga + rabanito), T7 (80t + Lechuga + rabanito) y T5 (80t x Lechuga) se obtuvieron los mayores promedios estadísticamente iguales entre sí con 89.47 g, 87.6 g, 87.6 g, 86.9 g, 86.77 g y 86.77 g de peso de la planta respectivamente y superando a los tratamientos T2 (40t x Lechuga + frejol) y T1 (40t x Lechuga) quienes alcanzaron promedios de 81.77 g y 80.77 g de peso de la planta respectivamente.

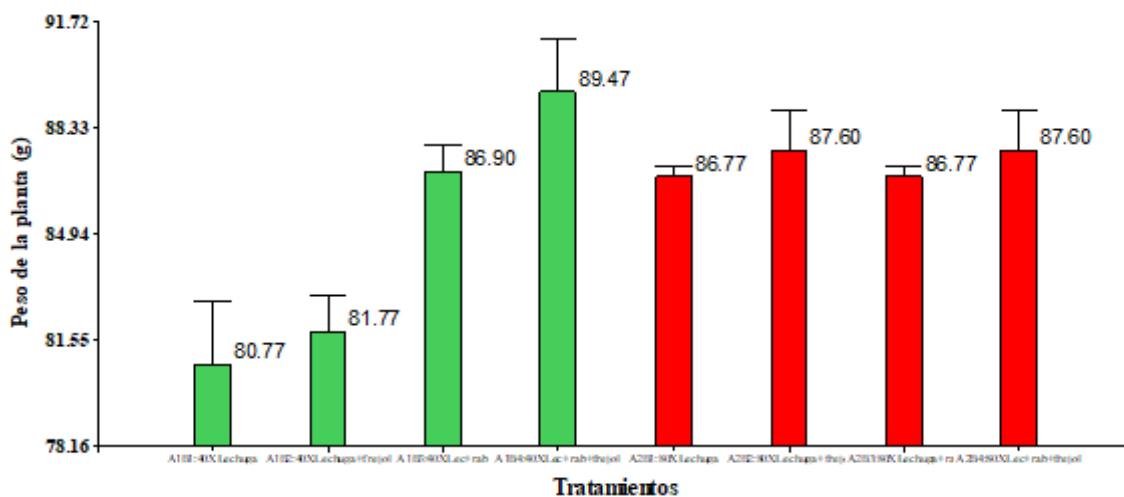


Figura 7: Respuesta de los sistemas de cultivos versus las dosis de biomasa de repollo en el peso de la planta (g).

En la figura 7, sobre la respuesta de los sistemas de cultivos versus las dosis de biomasa de repollo en el peso de la planta (g), se observa tendencias distintas en ambos grupos, siendo que en el grupo con 40 t de biomasa de repollo y en los sistemas de Lechuga + rabanito + frejol (T4) y Lechuga + rabanito (T3) se obtuvieron los mejores promedios con 89.47 g y 86.9 g de peso de la planta. Sin embargo, en el grupo con 80 t de biomasa de repollo los promedios fueron de 87.60g (T8: Lechuga + rabanito + frejol) y 86.77g (T5: lechuga) variaron desde 86.77 g (T5: Lechuga). Asumimos que la T4 tuvo mayor peso debido a la optimización de la dosis de biomasa, ya que esta no pudo haber producido la cantidad de etanol que inhiba el proceso de absorción de nutrientes, por lo contrario pudo haber producido mayor cantidad de ácido láctico que favorecieron la nitrificación de la biomasa, mejorando el desarrollo de la planta como lo menciona (Lamont en 2017), que la capacidad de las bacterias del ácido láctico para vivir en la endosfera de la planta sugiere una relación íntima, que es responsable de aumentar la producción de la planta al mejorar la disponibilidad de nutrientes, actuar como un agente de biocontrol, aliviar el estrés biótico y biótico y directamente estimulando el crecimiento de las plantas. Así mismo asumimos que

la T8 tiene menor peso, aun teniendo mejor aporte de nutrientes, esto debido a la alta concentración de biomasa ya que hubo mayor incorporación de la misma, ocasionando que en el proceso de humificación se haya producido una gran cantidad de etanol en la descomposición, lo cual ha impedido la buena absorción de nutrientes y la poca masificación de raíces que no alteraron la cantidad de materia orgánica incorporada. Por tanto, la asociación de cultivos beneficia, tal y como indica (Ecoagricultor, 2018). La combinación de algunas especies permite que las plantas no compitan por los mismos nutrientes de la tierra. Las verduras de hoja tienen raíces superficiales y consumen el nitrógeno del suelo. Por el contrario, las plantas con raíces más profundas extraen y remueven los nutrientes, sobre todo, el potasio.

d) Rendimiento ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)

Tabla 20

ANVA para rendimiento ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	1569427.08	2	784713.54	3.62	0.0542 N.S.
Tratamientos	12077890.63	7	1725412.95	7.95	0.0006 **
Error	3037656.25	14	216975.45		
Total	16684973.96	23			

C.V.=2.17% $R^2= 82\%$

El ANVA para el rendimiento (Tabla 20), estableció diferencias altamente significativas ($P<0.01$) para la fuente de variabilidad Tratamientos, con un Coeficiente de Variabilidad (C.V.) de 2.17% y coeficiente de determinación del efecto de los tratamientos y bloques sobre el rendimiento (R^2) de 82%.

Tabla 21

Test de Duncan ($P<0.05$) para promedios del rendimiento ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) por tratamiento

Tratamientos	Medias	N	E.E.	Duncan ($P<0.05$)
T4: 40 x Lechuga + rabanito + frejol	22366.67	3	268.93	a
T8: 80 x Lechuga + rabanito + frejol	21900.00	3	268.93	a
T6: 80 x Lechuga + frejol	21900.00	3	268.93	a
T3: 40 x Lechuga + rabanito	21725.00	3	268.93	a
T7: 80 x Lechuga + rabanito	21691.00	3	268.93	a
T5: 80 x Lechuga	21691.00	3	268.93	a
T2: 40 x Lechuga + frejol	20441.67	3	268.93	b
T1: 40 x Lechuga	20191.67	3	268.93	b

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

En el Test de Duncan a una $P < 0.05$ (Tabla 21), se observa que los tratamientos T4 (40t x Lechuga + rabanito + frejol), T8 (80t + Lechuga + rabanito + frejol), T6 (80t + Lechuga + frejol), T3 (40t + Lechuga + rabanito), T7 (80t + Lechuga + rabanito) y T5 (80t x Lechuga) obtuvieron los mayores rendimientos estadísticamente iguales, con 22 366.67 kg.ha⁻¹, 21 900.00 kg.ha⁻¹, 21 900.00 kg.ha⁻¹, 21 725.00 kg.ha⁻¹, 21 691.67 kg.ha⁻¹ y 21 691.00 kg.ha⁻¹ respectivamente. Estos superaron a los tratamientos T2 (40t x Lechuga + frejol) y T1 (40t x Lechuga) que alcanzaron promedios de 20 441.67 kg.ha⁻¹ y 20 191.67 kg.ha⁻¹ de rendimiento respectivamente.

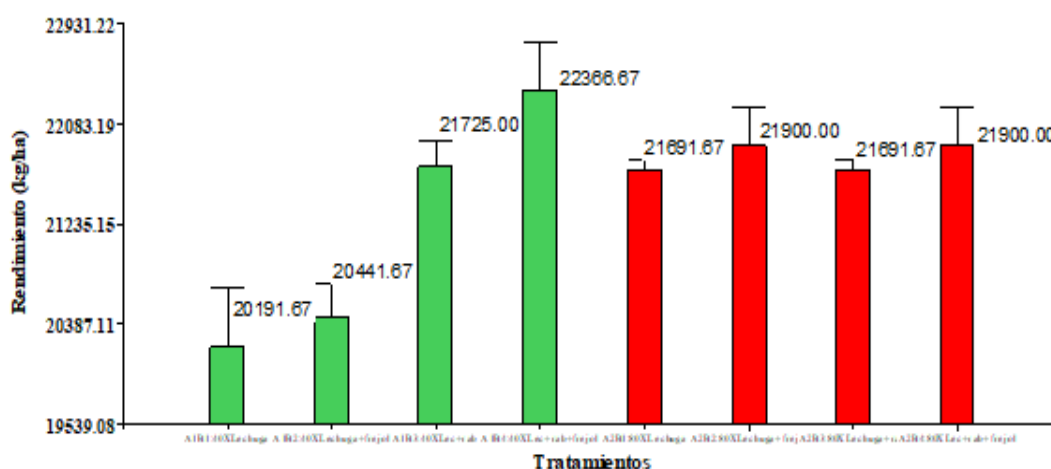


Figura 8: Respuesta de los sistemas de cultivos versus las dosis de biomasa de repollo en el rendimiento (kg.ha⁻¹)

En la figura 8, sobre la respuesta de los sistemas de cultivos versus las dosis de biomasa de repollo en el rendimiento (kg.ha^{-1}), se observa tendencias similares al rendimiento de la planta, es decir distintas en ambos grupos, siendo que en el grupo con 40 t de biomasa de repollo y en los sistemas de Lechuga + rabanito + frejol (T4) y Lechuga + rabanito (T3) se obtuvieron los mejores promedios con $22\,366.67\text{kg.ha}^{-1}$ y $21\,725.00\text{kg.ha}^{-1}$ de rendimiento respectivamente. La razón del porqué el T4 a pesar de tener menor biomasa de repollo posee el más alto rendimiento es debido a que las especies de microorganismo asociadas al rabanito han aportado nutrientes y mejorado el suelo tal como lo menciona (Rizo 2010), también, (Reynoso, 2019) indica que el frejol realiza simbiosis con bacterias fijadoras de nitrógeno lo que conlleva a decir que producen este elemento para la nutrición de la planta y al mismo proporcionan Nitrógeno al suelo. Sin embargo, también se pudo apreciar que tuvo mejor disponibilidad de agua lo cual permitió que alcance su máximo potencial de productividad.

Los menores promedios en los sistemas de Lechuga + frejol (T2) y Lechuga (T1) con 20 441.67 kg.ha⁻¹ y 20 191.67 kg.ha⁻¹ de rendimiento respectivamente. En el grupo con 80 t de biomasa de repollo los promedios variaron desde 21 691.67kg.ha⁻¹ (T5: Lechuga), 21 900.00kg.ha⁻¹ (T6: Lechuga + frejol), 21 691.67kg.ha⁻¹ (T7: Lechuga + rabanito) y 21 900.00kg.ha⁻¹ (T8: Lechuga + rabanito + frejol) de rendimiento respectivamente; lo cual según el análisis de coeficientes hídricos muestra que su disponibilidad de agua fue menor, por tanto limitó a que los cultivos muestren todo su potencial de productividad como menciona (Muñoz, 2009) que el déficit de agua en el suelo es el factor principal que impide que los cultivos alcancen su potencial de productividad. El agua afecta la forma química en la que los nutrimentos se encuentran en el suelo y cuando ocurre un déficit de humedad se disminuye la disponibilidad de aquellos a pesar de que se encuentren en cantidades suficientes.

El porcentaje de M.O también fue superior lo que indica que la aplicación de la biomasa mejoro la calidad del suelo, formando compuestos orgánicos – Minerales que favorecen la absorción de elementos nutritivos por las plantas como lo menciona (AGRIInova Science, 2020). Así mismo estos resultados coinciden con lo encontrado de Yalta (2001), quien obtuvo un rendimiento de 35.33 t/ha en el tratamiento de gallinaza más mulch de hojas de guaba; frente a estos rendimientos nos permite deducir que la acción de los materiales orgánicos en forma de mantillo, aserrín y otros como la cascarilla de arroz inicialmente interfieren en una mejor disponibilidad de sales nutricionales para el desarrollo del repollo. Los cuadros estadísticos nos indican que el mantillo tiene un mejor efecto con respecto al aserrín cuando son utilizados en combinaciones con la gallinaza, de lo apreciado se desprende que el mantillo es más estable química, biológica y física.

3.1.3. Rabanito

a) Altura de planta (cm)

Tabla 22

ANVA para la altura de planta (cm)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	5.60	2	2.80	2.42	0.1121 N.S.
Tratamientos	618.96	11	56.27	48.65	< 0.0001 **
Error	25.45	22	1.16		
Total	650.01	35			
C.V.=4.93%			R ² = 96%		

El ANVA para la altura de planta (Tabla 22), estableció diferencias significativas ($P < 0.05$) para la fuente de variabilidad Tratamientos, con un Coeficiente de Variabilidad (C.V.) de 4.93% y un coeficiente de determinación del efecto de los tratamientos y bloques sobre la altura de planta (R^2) de 96%.

Tabla 23

Test de Duncan ($P < 0.05$) para promedios de la altura de planta (cm) por tratamiento

Tratamientos	Medias	n	E.E.	Duncan ($P < 0.05$)	
T11: 80 x Rabanito + lechuga + frejol	26.27	3	0.62	a	
T10: 80 x Rabanito + C. china	25.97	3	0.62	a	b
T12: 80 x Rabanito + C. china + frejol	25.60	3	0.62	a	b
T6: 40 x Rabanito + C. china + frejol	24.93	3	0.62	a	b c
T9: 80 x Rabanito + lechuga	24.77	3	0.62	a	b c
T5: 40 x Rabanito + lechuga + frejol	24.07	3	0.62		b c
T4: 40 x Rabanito + C. china	23.27	3	0.62		c
T7: 80 x Rabanito	19.43	3	0.62		d
T8: 80 x Rabanito + frejol	19.07	3	0.62		d
T2: 40 x Rabanito + frejol	18.27	3	0.62		d
T1: 40 x Rabanito	17.80	3	0.62		d
T3: 40 x Rabanito + lechuga	12.47	3	0.62		e

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

En el Test de Duncan a una $P < 0.05$ (Tabla 23), se observa que con el tratamiento **T11 (80t x Rabanito + Lechuga + frejol)** se obtuvo el mayor promedio con **26.27 cm de altura de planta** y superando estadísticamente a los promedios de los tratamientos T5 (40t x Rabanito + lechuga + frejol), T4 (40t x Rabanito + cebolla china), T7 (80t x Rabanito), T8 (80t x Rabanito + frejol), T2 (40t x Rabanito + frejol), T1 (40t x rabanito) y T3 (40t x Rabanito + lechuga) quienes alcanzaron promedios 24.07 cm, 23.27 cm, 19.43 cm, 19.07 cm, 18.27 cm, 17.80 cm y 12.47 cm de altura de planta respectivamente.

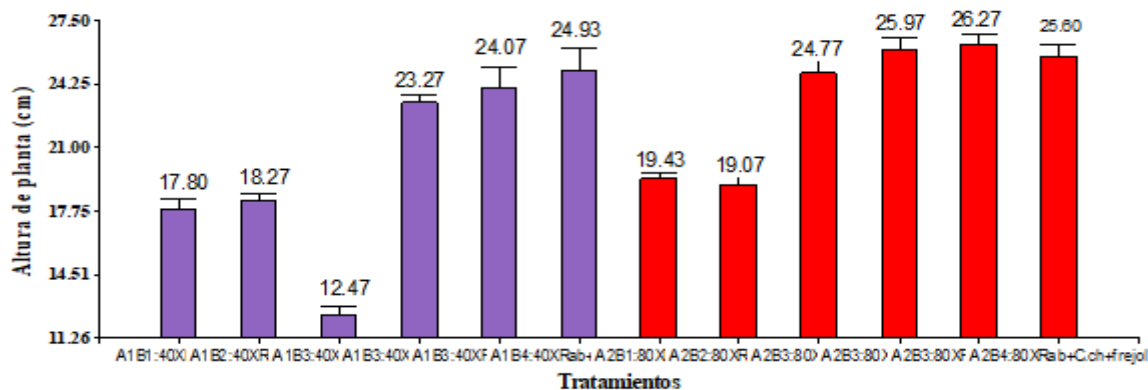


Figura 9: Respuesta de los sistemas de cultivos versus las dosis de biomasa de repollo en la altura de planta (cm).

En la figura 9, sobre la respuesta de los sistemas de cultivos versus las dosis de biomasa de repollo en la altura de planta (cm), se observa tendencias similares en ambos grupos de tratamientos con 40 t y 80 t de biomasa de repollo, donde en las asociaciones de Rabanito + cebolla china + frejol con 40 t (T6), Rabanito + lechuga + frejol con 40 t (T5) y Rabanito + cebolla china con 40t (T4) se obtuvieron los mayores promedios con 24.93 cm, 24.07 cm y 23.27 cm de altura de planta. Así mismo, en los tratamientos con Rabanito + Lechuga + frejol con 80t (T11), Rabanito + cebolla china con 80t (T10) y Rabanito + cebolla china + frejol con 80t (T12) se alcanzaron promedios de 26.27 cm, 25.97 cm y 25.6 cm de altura de planta respectivamente.

Se asume que la incorporación de 80 t de biomasa mejoro el % MO en el T11 a comparación con el T3, y esto mejoro el desarrollo de la planta porque es fuente de elementos nutritivos y de alimentos y energía para los microorganismos y otros seres vivos del suelo como lo menciona (AGRI nova Science, 2020). Así mismo la asociación de los cultivos favoreció el control agroecológico de los insectos dañinos, como lo menciona (Elorza, 2016), que la protección ecológica del cultivo ante plagas y enfermedades, asociando plantas que repelen o despistan a determinados depredadores. Por otro lado, las leguminosas como el frijol es un fijador de nitrógeno, nutriente esencial para el desarrollo de las plantas, como lo menciona (Reynoso, 2019) las leguminosas se caracterizan por ser fijadoras de Nitrógeno o ser simbióticas con las bacterias del género *Rhizobium*. Esto quiere decir que producen este elemento para su nutrición y proporcionan Nitrógeno al suelo. Para hacerlo, utilizan rizobios (*Rhizobium leguminosarum*) que son bacterias que forman nódulos en las raíces de las plantas. Estas bacterias toman el nitrógeno de la atmósfera para convertirlo en nitrógeno

disponible para la planta por lo que el T11 tuvo el más alto crecimiento tras la interacción con el cultivo de frejol. Mientras que la planta provee de componentes orgánicos obtenidos por la fotosíntesis. La T3 con dosis de 40 t de biomasa de repollo más la asociación de rabanito con lechuga obtuvo la más baja altura con 12.47 cm., debido a que esta interacción posiblemente no sea muy beneficiosa por el crecimiento radicular, las raíces de la lechuga con casi finas y la del rabanito son gruesas, otra razón es que la lechuga haya absorbido más nutrientes y también producir sustancias alelopáticas que restringieron el crecimiento de rabanito (Huertocity.com, 2018).

b) Diámetro del bulbo (cm)

Tabla 24

ANVA para el diámetro del bulbo (cm)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	2.11	2	1.06	12.26	0.0003 N.S.
Tratamientos	17.48	11	1.59	18.45	< 0.0001 **
Error	1.90	22	0.09		
Total	21.49	35			

C.V.=5.82% $R^2=91\%$

El ANVA para el diámetro del bulbo (Tabla 24), determinó diferencias significativas ($P<0.01$) para la fuente de variabilidad Tratamientos, con un Coeficiente de Variabilidad (C.V.) de 5.82% y una explicación del efecto de los tratamientos y bloques sobre el diámetro del bulbo (R^2) de 91%.

Tabla 25

Test de Duncan ($P<0.05$) para promedios del diámetro del bulbo (cm) por tratamiento

Tratamientos	Medias	n	E.E.	Duncan ($P<0.05$)	
T11: 80 x Rabanito + lechuga + frejol	5.83	3	0.17	A	
T10: 80 x Rabanito + C. china	5.70	3	0.17	a	
T6: 40 x Rabanito + C. china + frejol	5.57	3	0.17	a	
T9: 80 x Rabanito + lechuga	5.57	3	0.17	a	
T12: 80 x Rabanito + C. china + frejol	5.57	3	0.17	a	
T4: 40 x Rabanito + C. china	5.43	3	0.17	a	b
T5: 40 x Rabanito + lechuga + frejol	5.40	3	0.17	a	b
T3: 40 x Rabanito + lechuga	5.00	3	0.17	b	
T7: 80 x Rabanito	4.37	3	0.17	c	
T2: 40 x Rabanito + frejol	4.20	3	0.17	c d	
T8: 80 x Rabanito + frejol	4.07	3	0.17	c d	
T1: 40 x Rabanito	3.80	3	0.17	d	

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

En el Test de Duncan a una $P < 0.05$ (Tabla 25), se observa que con los tratamientos T11 (80t x Rabanito + lechuga + frejol), T10 (80t x Rabanito + cebolla china), T6 (40t x Rabanito + cebolla china + frejol), T9 (80t x Rabanito + lechuga) y T12 (80t x Rabanito + cebolla china + frejol) se alcanzaron los promedios más altos y estadísticamente iguales entre sí con 5.83 cm, 5.7 cm, 5.57 cm, 5.57 cm y 5.57 cm de diámetro del bulbo, Estos superaron estadísticamente a los tratamientos T3 (40t x Rabanito + lechuga), T7 (80t x Rabanito), T2 (40t x Rabanito + frejol), T8 (80t x Rabanito + frejol) y T1 (40t x Rabanito) quienes alcanzaron promedios de 5.0 cm, 4.37 cm, 4.2 cm, 4.07 cm y 3.8 cm de diámetro del bulbo respectivamente.

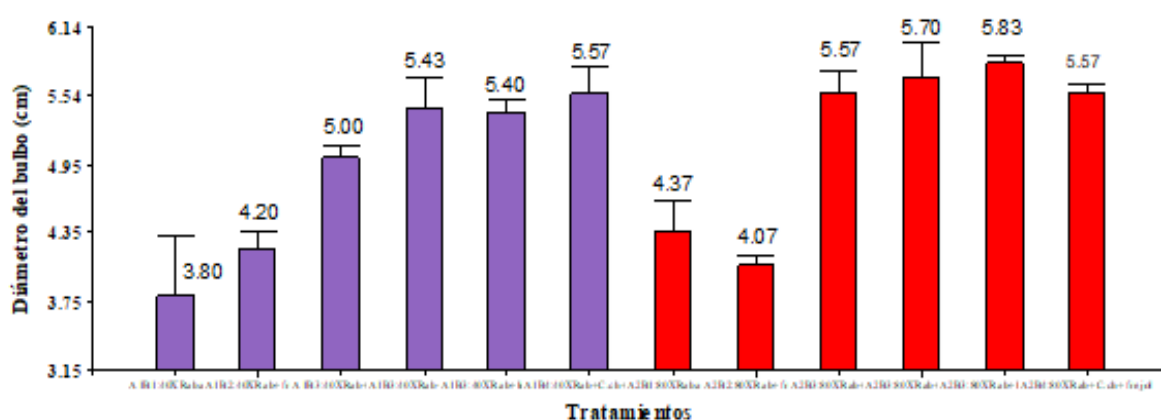


Figura 10: Respuesta de los sistemas de cultivos versus las dosis de biomasa de repollo en el diámetro del bulbo (cm).

En la figura 10, sobre la respuesta de los sistemas de cultivos versus las dosis de biomasa de repollo en el diámetro del bulbo (cm), se observa tendencias relativamente similares en ambos grupos (40 t y 80 t de biomasa de repollo) de sistemas de cultivos, donde los mayores promedios estadísticamente iguales entre sí respecto al diámetro del bulbo en los tratamientos con 80 t de biomasa de repollo con Rabanito + lechuga + frejol (T6) con 5.83 cm, Rabanito + cebolla china (T4) y Rabanito + lechuga + frejol (T5) con 5.57 cm, 5.43 cm y 5.4 cm de diámetro del bulbo respectivamente. Respecto a los tratamientos con 80t de biomasa de repollo, los mayores promedios estadísticamente iguales entre sí se alcanzaron con Rabanito + lechuga + frejol (T11), Rabanito + cebolla china (T10) y Rabanito + lechuga (T9) quienes alcanzaron promedios de 5.83 cm, 5.7 cm y 5.57 cm de diámetro del bulbo respectivamente.

La T11 posee el más alto valor promedio del diámetro del bulbo con 5.83 esto es debido a que con la asociación de frejol se incrementa los niveles de nitrógeno en la planta y en el suelo por las bacterias fijadoras de nitrógeno al realizar simbiosis con el frejol (Reynoso, 2019), al igual que el T6 con la dosificación de 40 t/ha de biomasa de repollo. La T3 tuvo el valor de 5 cm. de diámetro, la razón es que el rabanito libera nitrógeno temprano en la temporada y aumenta la fertilidad del mantillo y contribuye a la creación de materia orgánica, pero la T1 muestra una baja medición por lo que la dosificación de biomasa no le es suficiente para que la planta pudiera crecer, al mismo tiempo la duplicación de materia orgánico promueve más diámetro lo que demuestra una tendencia entre los tratamientos, en cambio la T8, T2 y T7 son iguales estadísticamente por lo que la aplicación de estas asociaciones y dosis de biomasa de repollo da una misma altura estadísticamente (Rizo, 2010)

c) Peso del bulbo (g)

Tabla 26

ANVA para el peso del bulbo (g)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	70.45	2	35.23	3.45	0.0498 *
Tratamientos	22850.24	11	2077.29	203.41	< 0.0001 **
Error	224.67	22	10.21		
Total	23145.36	35			

C.V.=2.81% $R^2=99\%$

El ANVA para el peso bulbo (Tabla 26), estableció diferencias altamente significativas ($P<0.01$) para la fuente de variabilidad Tratamientos, con un Coeficiente de Variabilidad (C.V.) de 2.81% y un coeficiente de determinación del efecto de los tratamientos y bloques sobre el peso de la planta (R^2) de 99%.

Tabla 27

Test de Duncan ($P < 0.05$) para promedios del peso del bulbo (g) por tratamiento

Tratamientos	Medias	n	E.E.	Duncan ($P < 0.05$)
T11: 80 x Rabanito + lechuga + frejol	138.53	3	1.85	a
T10: 80 x Rabanito + C. china	136.63	3	1.85	a
T9: 80 x Rabanito + lechuga	135.83	3	1.85	a
T12: 80 x Rabanito + C. china + frejol	135.30	3	1.85	a
T6: 40 x Rabanito + C. china + frejol	128.17	3	1.85	b
T5: 40 x Rabanito + lechuga + frejol	125.57	3	1.85	b
T4: 40 x Rabanito + C. china	125.03	3	1.85	b
T3: 40 x Rabanito + lechuga	122.87	3	1.85	b
T8: 80 x Rabanito + frejol	83.33	3	1.85	c
T7: 80 x Rabanito	82.47	3	1.85	c
T2: 40 x Rabanito + frejol	74.60	3	1.85	d
T1: 40 x Rabanito	74.60	3	1.85	d

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

En el Test de Duncan a una $P < 0.05$ (Tabla 27), se observa que con los tratamientos **T11 (80t x Rabanito + Lechuga + frejol)**, T10 (80t x Rabanito + cebolla china), T9 (80t x Rabanito + lechuga) y T12 (80t x Rabanito + cebolla china + frejol) se alcanzaron los mayores promedios estadísticamente iguales entre sí con **130.53 g**, 136.63 g, 135.83 g y 135.30 g de peso del bulbo respectivamente y superando estadísticamente a los demás tratamientos. Los tratamientos que alcanzaron los promedios más bajos fueron el T8 (80t x Rabanito + frejol), T7 (80t x Rabanito), T2 (40t x Rabanito + frejol) y T1 (40t x Rabanito) con 83.33 g, 82.47 g, 74.6 g y 74.60 g de peso del bulbo respectivamente.

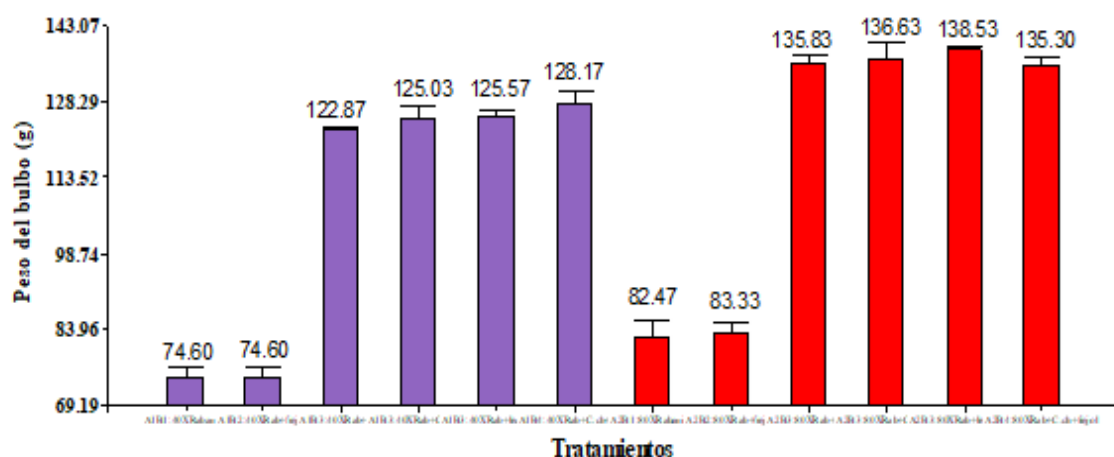


Figura 11: Respuesta de los sistemas de cultivos versus las dosis de biomasa de repollo en el peso del bulbo (cm).

En la figura 11, sobre la respuesta de los sistemas de cultivos versus las dosis de biomasa de repollo en el peso del bulbo (g), también se observa tendencias relativamente similares en ambos grupos (40 t y 80 t de biomasa de repollo) de sistemas de cultivos, donde los mayores promedios estadísticamente iguales entre sí respecto al peso promedio del bulbo en los tratamientos con 40t de biomasa de repollo con Rabanito + cebolla china + frejol (T6), Rabanito + lechuga + frejol (T5), Rabanito + cebolla china (T4) y Rabanito + lechuga (T3) con promedios de 128.17 g, 125.57 g, 125.03 g y 122.87 g de peso del bulbo respectivamente. Respecto a los tratamientos con 80t de biomasa de repollo, los promedios alcanzaron valores superiores a los del grupo con 40t y estadísticamente iguales entre sí se alcanzaron con Rabanito + lechuga + frejol (T11), Rabanito + cebolla china (T10), Rabanito + lechuga (T9) y Rabanito + cebolla china + frejol (T12) quienes alcanzaron promedios de 138.53 g, 136.63 g, 135.83 g y 135.30 g de peso del bulbo respectivamente. La razón por lo que la T11 y T 10 lograron los más altos pesos fue debido a que el T11 estuvo asociado con frejol y el frejol promueve simbiosis con bacterias fijadoras de nitrógenos, al estar en contacto con estas bacterias significa que el rabanito no solo se va a nutrir la plantas sino también el suelo (Reynoso, 2019), así mismo la asociación de los cultivos favoreció su mejor desarrollo como lo menciona (Elorza, 2016) que refiere que, la asociación de cultivos mejora la calidad y rendimiento en los cultivos, que se benefician de los nutrientes producidos por las plantas asociadas, sirviendo como abono natural. La T1 y T7 tiene el más bajo peso a pesar de tener una buena concentración de fósforo y potasio, pero su concentración de nitrógeno es baja y al estar en monocultivo limitó su desarrollo, mostrando el resultado que se obtuvo, ya que según (Belyeu, 2013) teniendo la cantidad suficiente de requerimiento nutricional, incrementarás las velocidades de crecimiento, tanto de las raíces como del resto de las partes de la planta.

d) Rendimiento (kg/ha⁻¹)

Tabla 28

ANVA para el rendimiento (kg/ha)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	4403159.72	2	2201579.86	3.45	0.0498 *
Tratamientos	1428140138.89	11	129830921.72	203.41	< 0.0001 **
Error	14041840.28	22	638265.47		
Total	1446585138.89	35			
C.V.=2.81%		R ² = 99%			

El ANVA para el peso bulbo (Tabla 28), estableció diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) para la fuente de variabilidad Tratamientos, con un Coeficiente de Variabilidad (C.V.) de 2.81% y un coeficiente de determinación del efecto de los tratamientos y bloques sobre el peso de la planta (R^2) de 99%.

Tabla 29

Test de Duncan ($P < 0.05$) para promedios del rendimiento ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) por tratamiento

Tratamientos	Medias	n	E.E.	Duncan ($P < 0.05$)
T11: 80 x Rabanito + lechuga + frejol	34633.33	3	461.25	A
T10: 80 x Rabanito + C. china	34158.33	3	461.25	a
T9: 80 x Rabanito + lechuga	33958.33	3	461.25	a
T12: 80 x Rabanito + C. china + frejol	33825.00	3	461.25	a
T6: 40 x Rabanito + C. china + frejol	32041.67	3	461.25	b
T5: 40 x Rabanito + lechuga + frejol	31391.67	3	461.25	b
T4: 40 x Rabanito + C. china	31258.33	3	461.25	b
T3: 40 x Rabanito + lechuga	30716.67	3	461.25	b
T8: 80 x Rabanito + frejol	20833.33	3	461.25	c
T7: 80 x Rabanito	20616.67	3	461.25	c
T2: 40 x Rabanito + frejol	18650.00	3	461.25	d
T1: 40 x Rabanito	18650.00	3	461.25	d

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

En el Test de Duncan a una $P < 0.05$ (Tabla 29), se observa que con los tratamientos **T11 (80t x Rabanito + Lechuga + frejol)**, T10 (80t x Rabanito + cebolla china), T9 (80t x Rabanito + lechuga) y T12 (80t x Rabanito + cebolla china + frejol) se alcanzaron los mayores promedios estadísticamente iguales entre sí con **34 633.33 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$** , 34 158.33 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, 33 958.33 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ y 33 825.00 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de rendimiento respectivamente y superando estadísticamente a los demás tratamientos. Los tratamientos que alcanzaron los promedios más bajos fueron el T8 (80t x Rabanito + frejol), T7 (80t x Rabanito), T2 (40t x Rabanito + frejol) y T1 (40t x Rabanito) con 20 833.33 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, 20 616.67 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, 18 650.00 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ y 18 650.00 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de rendimiento respectivamente.

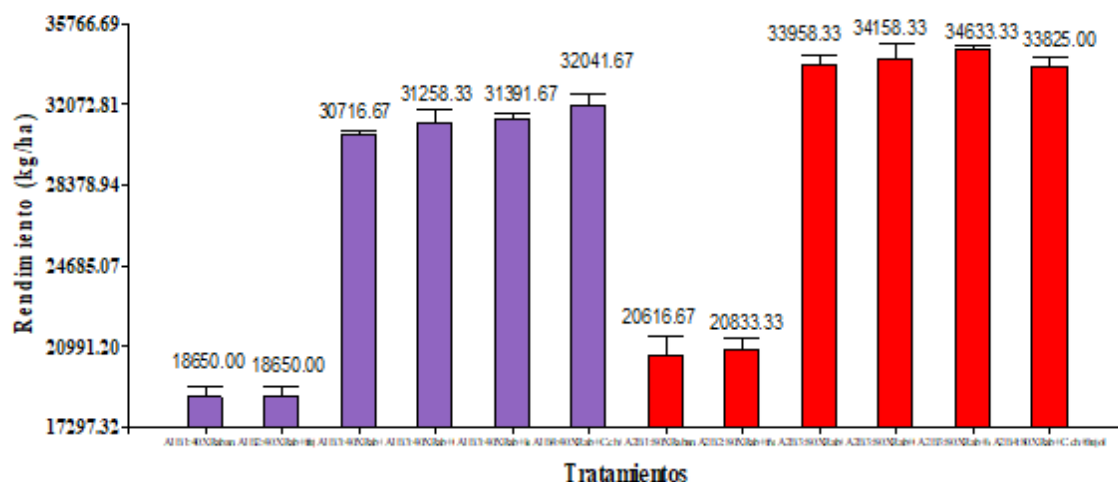


Figura 12: Respuesta de los sistemas de cultivos versus las dosis de biomasa de repollo en el rendimiento ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$).

En la figura 12, sobre la respuesta de los sistemas de cultivos versus las dosis de biomasa de repollo respecto al rendimiento ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), también se observa tendencias relativamente similares en ambos grupos (40 t y 80 t de biomasa de repollo) de sistemas de cultivos, donde los mayores promedios estadísticamente iguales entre sí respecto al peso promedio del bulbo en los tratamientos con 40t de biomasa de repollo con Rabanito + cebolla china + frejol (T6), Rabanito + lechuga + frejol (T5), Rabanito + cebolla china (T4) y Rabanito + lechuga (T3) con promedios de $32\,041.67\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, $31\,391.67\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, $31\,258.33\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ y $30\,716.67\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de rendimiento respectivamente. Respecto a los tratamientos con 80t de biomasa de repollo, los promedios alcanzaron valores superiores a los del grupo con 40t y estadísticamente iguales entre sí se alcanzaron con Rabanito + lechuga + frejol (T11), Rabanito + cebolla china (T10), Rabanito + lechuga (T9) y Rabanito + cebolla china + frejol (T12) quienes alcanzaron promedios de $34\,633.33\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, $34\,158.33\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, $33\,958.33\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ y $33\,825.00\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de rendimiento respectivamente.

La T1, T2 son iguales estadísticamente, pero son diferentes al T7 y T8, esto demuestra que existe una tendencia con la biomasa de repollo ya que a mayores dosis se incrementa el rendimiento y esto lo demuestra Ruiz *et al.* (2007); debido a la agregación de la materia orgánica u enmienda orgánica (Álvarez *et al.*, 2016; Kwiatkowski *et al.*, 2020).

La T12, T9, T10 y T11 son iguales estadísticamente y poseen los más altos valores de rendimiento, esto demuestra está relacionados con el factor B de $80\text{ tn}\cdot\text{ha}^{-1}$, creemos que se

vieron involucrados a como utilizamos la distribución de la materia orgánica mejorando la calidad del suelo, ya que con adecuados contenidos de nutrientes y de materia orgánica , bien estructurado y manejado con visión integral, respetando los ciclos y las leyes de los ecosistemas, es garantía suficiente para obtener rendimientos altos (producción) y sostenibles como lo menciona (León,T. 2007). De tal manera (Restrepo, 2007) menciona que, los abonos orgánicos sirven para reforzar la mineralización en el suelo ya que concentran muchos macro y micronutrientes fortaleciendo así el desarrollo de las raíces en los cultivos, estos resultados se asemejan con Peláez (2020), quien menciona que, en general el efecto sobre la Capacidad de campo y el agua disponible se incrementaron con los tratamientos con materia orgánica.

En un ensayo de producción de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y rábano (*Rhapanus sativus* L.) en huertos biointensivos en el trópico húmedo de Tabasco (Gómez-Álvarez *et al.*, 2008), determinaron que los rendimientos se incrementaron en los tratamientos en que se aplicó fertilización orgánica (149% para el rábano y 50% para el fríjol). Una respuesta positiva se obtuvo en los indicadores de crecimiento en ambos cultivos (34 al 48% para el rábano y 21 al 67% para el fríjol, respectivamente). El suelo mejoró sus propiedades químicas cuando fue fertilizado con composta. Para el rábano se encontró una inercia total de 78.7 %, con un valor del factor 1 de 59.8 %, sobresaliendo el rendimiento, longitud y diámetro del bulbo, altura de la planta y ancho de la hoja.

3.2. Suelos

3.2.1. Coeficientes hídricos

Tabla 30

Resumen de los coeficientes hídricos por tratamiento

Trats	Análisis mecánico			Clase Textural	Punto Marchitez PM=CC*0.74-5	Capacidad de Campo CC=(PF-PS)/PS*100	dr g/ml	dap g/ml	Agua Disponible (mm/m) AD=(CC-PM)*Dap*H/100	Velocidad de infiltración					% de Porosidad %P = (dr-dap)/dr*100
	% Arena	% Arcilla	% Limo							Tiempo (min)	Altura (H) (cm)	Variación Tiempo (min)	Variación Altura (cm)	VI cm/h Altura/Tiempo	
T0	53	31	16	F Arc Are	18	28	2,39	1,37	102,42	12	21	5	1,32	15,84	42,68
A1B1	53	19	28	F Arc Are	22	24,5	2,39	1,44	106,5	13,5	23	5	1,69	20,28	39,75
A1B2	52	24	24	F Arc Are	23,5	25	2,36	1,4	108	14	21	5	1,56	18,72	40,68
A1B3	50	26	24	F Arc Are	15	27	2,38	1,39	112,45	15	22	5	1,63	19,56	41,6
A1B4	54	19	27	F Arc Are	12	24	2,35	1,44	113,8	13	23	5	1,75	21	38,72
A1B5	51,5	32	16,5	F Arc Are	18	28	2,38	1,36	104,3	14,2	22,5	5	1,63	19,56	42,85
A2B1	50	33	17	F Arc Are	19,2	27	2,41	1,35	105,23	13	22	5	1,42	17,04	43,98
A2B2	52	19	29	F Arc Are	19,35	26,3	2,43	1,44	106,32	13	21	5	1,32	15,84	40,7
A2B3	49	26	25	F Arc Are	20	25,36	2,43	1,39	108,32	14,2	22,3	5	1,52	18,24	42,8
A2B4	51	30	19	F Arc Are	21,5	26,3	2,41	1,37	109,36	13,5	23	5	1,63	19,56	43,15
A2B5	48	31	21	F Arc Are	23,3	25,3	2,43	1,36	105,32	12	22,5	5	1,64	19,68	44,03

Fuente: Elaboración propia (2020).

Punto de marchitez

Con respecto a la tabla 30, muestra que los más altos valores lo obtuvieron los tratamientos A1B2 (23,5), A2B5 (23,3), A1B1 (22) y A2B4 (21,5); esto significa que la infiltración del agua es mayor para ellos, porque con la dosificación de poca materia orgánica 40 t/ha promueve mayor velocidad de infiltración, también por las raíces fasciculada de la cebolla china y el frejol que promovieron esta respuesta. Lo mismo pasa con la A2B5, cuya descripción fue 80 t/ha con la asociación de cebolla china, culantro más frejol; allí se puede atribuir a que con una dosificación mayor el punto de marchitez disminuye y debido a la materia orgánica que posee. Con el tratamiento A2B4 sucede que a una dosis de biomasa de repollo alta con 80 t/ha interactuando con la asociación de cultivos como la cebolla china más el rabanito promueve el presente resultado, debido a que las raíces de rabanito sirven también como abono en el suelo porque las raíces de las plantas suelen cambiarse cada 15 días, y aquella materia orgánica o residuo orgánico logra descomponerse y al ser descompuestas los residuos de raíces dejan espacios entre partículas sólidas, lo cual facilita la penetración de agua y de aire, como lo menciona (AGRI nova Science, 2020). Haciendo una comparación general con el testigo, esta muestra el punto de marchitez con 18, significa que es menor por las condiciones naturales del mismo suelo; con la aplicación de materia orgánica de biomasa de repollo y la asociación de cultivos se evidencia un cambio en el punto de marchitez debido a la materia orgánica que se aplica y también a la materia orgánica del propio cultivo al renovarse raíces cada 15 días.

Capacidad de campo

Este coeficiente hídrico muestra la capacidad del suelo de retener agua, dicha medición se realiza después de 48 horas cuando un suelo está saturado; según se aprecia en la tabla 30, los valores más altos son el T0 (28), A1B3 (27), A1B5 (28), A2B1 (27). Estos valores significan que existe una buena capacidad de campo para estos tratamientos por lo que claramente evidencia la intervención de las dosis de biomasa de repollo, tanto para la A1B3 y A2B1 que es 40 t/ha y 80 t/ha con la asociación de cebolla china + culantro, y cebolla china, posee una buena capacidad de campo por la adición de materia de orgánica y la descomposición del mismo. Se puede decir que con la aplicación de la biomasa de repollo disminuye la capacidad de campo porque el testigo posee el valor más alto lo mismo sucede con el tratamiento A1B5 (28) que es la dosis de 40 t/ha con la asociación de cultivo de cebolla china + culantro + frejol, y la razón de ello es porque esta asociación de cultivos asociados presenta la particularidad de no alterar la capacidad de campo. Lo mismo con las

condiciones naturales del propio suelo, también se puede decir que las raíces de estos tres cultivos lograron comportarse como un suelo en condiciones normales por lo que su capacidad de campo es igual (Peláez, 2020; Corrales, 2002).

Agua disponible

El agua disponible es aquella que se encuentra entre el punto de marchitez y la capacidad de campo, se aprecia en la tabla 30 que los más altos valores poseen la A1B3 (112,45 mm/m), A1B4 (113,8 mm/m), A2B4 (109,36 mm/m). Se explica que la dosis de 40 t/ha de biomasa de repollo ha influido en que el agua sea disponible y no se infiltre mucho, también que la asociación de cebolla china + culantro (A1B3) y cebolla china + rabanito (A1B4) poseen la particularidad que el agua no se pierda mucho, debido a que la cebolla china posee una raíz fasciculada y ello ha influido para que se muestre estos resultados. En cambio con la dosis de 80 t/ha de biomasa de repollo muestra que hubo una disminución para el agua disponible y esto lo muestra el tratamiento A2B4 que viene a hacer la asociación de cebolla china + rabanito, esto significa que a una dosis alta de esta biomasa no siempre es bueno para la disponibilidad de agua en el suelo y más aún si se encuentra con cultivos asociados ya que al tener altas dosis de esta biomasa puede provocar una variación en las raíces de la cebolla china + rabanito y también en el suelo, que de alguna u otra manera logra disminuir la disponibilidad del agua por el crecimiento de las raíces, la descomposición de la biomasa de repollo, renovación de las raíces, etc. Con respecto al testigo indica que su disponibilidad de agua es 102,42 mm/m, esto significa casi una menor disponibilidad del agua y se debe a muchos factores que no se pudieron controlar en la presente investigación entre los principales las propiedades físicas-químicas del suelo y también al no estar sometido a la adicción de la biomasa de repollo y cultivos asociados (García *et al.*, 2012; Muñoz, 2009; Peláez, 2020).

Velocidad de Infiltración

La velocidad de infiltración es un factor determinante del tiempo de riego; es decir que la velocidad de infiltración varía considerablemente según el tipo de suelo (textura), como los suelos pesados (arcillosos) presentan una baja velocidad de penetración de agua en comparación con los suelos livianos (arenosos), que tienen una alta velocidad de infiltración como lo menciona (Muñoz y Miranda, 2014) tal y como se aprecia en la tabla 30, donde los tratamientos A1B4 (21 cm/h), A1B1 (20.28 cm/h), A2B5 (19.68 cm/h), A1B3 (19.56 cm/h), con relación al testigo se incrementó con los tratamientos de 40 t/ha seguido por los

tratamientos con 80 tn/h, esto debido al aporte de materia orgánica con los sistemas de cultivos y el resultado de las raíces en la estructura del suelo, como lo menciona (AGRIInova Science, 2020) que, el incremento de la porosidad total del suelo, los residuos de raíces al ser descompuestas dejan espacios entre partículas sólidas, lo cual facilita la penetración de agua y de aire. En dicho caso no se observa una relación coherente, se supone que a mayor porosidad mayor debe ser la velocidad de infiltración así cuando se aplica 80 t/ha de materia orgánica, la velocidad de infiltración debería ser mayor en comparación a los tratamientos que se aplicaron 40 t/ha de materia orgánica, este resultado se debería al efecto de la materia orgánica que al humificarse tiende a incrementar como hace referencia (Beltrán Morales et al, 2006) que dice, que la adición de abono verde resulta en una mejora de la materia orgánica, lo que lleva a un mejor estado de agregación del suelo, menor densidad aparente y mejora en características de flujo de agua que benefician el crecimiento de los cultivos subsiguientes. Por otro lado, hay un ligero incremento de la velocidad de infiltración resultado del sistema de cultivo, es decir, a mayor cantidad de cultivos, mayor es la velocidad de infiltración como efecto del sistema radicular del cultivo, que, al finalizar el ciclo vegetativo, las raíces secas dejan galerías por donde el agua se va a mover con mayor velocidad.

3.2.2. Fertilidad de suelos

Tabla 31

Resumen del análisis de caracterización por tratamiento

Trats.	Clave	pH	C.E. $\mu\text{S/cm}$	% M.O.	% N	P ppm	K ppm	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺	Al ⁺³	Al ⁺³ + H ⁺
T0	T0	6,99	113,25	1,96	0,0882	30,63	136,234	6,32	1,12	0,1	0	0
		Neutro	Salinidad baja	Bajo	Muy bajo	Alto	Medio	Bajo	Muy bajo	Muy bajo		
T1	A1B1	6,943	166,3	2,3	0,1035	36,23	145,23	7,56	0,86	0,15	0	0
		Neutro	Salinidad baja	Medio	Normal	Alto	Medio	Bajo	Muy bajo	Muy bajo		
T2	A1B2	6,931	141	2	0,09	38,56	156,25	8,96	1,12	0,14	0	0
		Neutro	Salinidad baja	Bajo	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Muy bajo	Muy bajo		
T3	A1B3	6,88	119,32	1,98	0,0891	35,23	136,2	7,45	0,96	0,15	0	0
		Neutro	Salinidad baja	Bajo	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Muy bajo	Muy bajo		
T4	A1B4	6,9	118,36	3,35	0,10575	35	156,39	8,56	1,56	0,19	0	0
		Neutro	Salinidad baja	Medio	Normal	Alto	Medio	Bajo	Bajo	Muy bajo		
T5 (frejol)	A1B5	6,97	141,23	2,45	0,11025	37,69	163,53	8,12	1,45	0,13	0	0
		Neutro	Salinidad baja	Medio	Normal	Alto	Medio	Bajo	Bajo	Muy bajo		
T6	A2B1	6,904	119,36	2,56	0,1152	52,36	165,89	12,36	1,25	0,23	0	0
		Neutro	Salinidad baja	Medio	Normal	Alto	Medio	Normal	Muy bajo	Muy bajo		
T7	A2B2	6,88	124,56	2,12	0,0954	36,23	145,23	8,63	1,1	0,19	0	0
		Neutro	Salinidad baja	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Muy bajo	Muy bajo		
T8	A2B3	6,852	116,6	2,56	0,1152	46,36	156,36	9,36	1,35	0,25	0	0
		Neutro	Salinidad baja	Medio	Normal	Alto	Medio	Bajo	Muy bajo	Muy bajo		
T9	A2B4	7,07	142,56	2,9	0,1305	63,25	185,63	13,25	2,01	0,25	0	0
		Neutro	Salinidad baja	Medio	Normal	Alto	Medio	Normal	Muy bajo	Muy bajo		
T10 (frejol)	A2B5	6,901	139,36	2,1	0,0945	51,2	173,26	10,23	1,85	0,19	0	0
		Neutro	Salinidad baja	Medios	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Muy bajo	Muy bajo		

Fuente: Elaboración propia (2020).

pH

En la tabla 31, se presenta el resumen del análisis de caracterización por tratamiento, donde observa que los valores de pH obtenidos por el T0 y los demás tratamientos arrojaron una interpretación de pH neutro, resultando similar respuesta en la C.E. expresado en $\mu\text{S}/\text{cm}$ con una salinidad baja para todos los tratamientos. En general no hubo variación significativa del pH ni conductividad eléctrica por la aplicación del abono orgánico en los diferentes sistemas de cultivo.

MATERIA ORGÁNICA (%M.O.)

Sin embargo, el porcentaje de materia orgánica (% M.O) con un valor de 1.96% (bajo) para el testigo fue superado por los tratamientos A1B1, A1B4, A2B1, A2B2, A2B3 y A2B4 con 2.3% (medio), 3.35% (medio), 2.56% (medio), 2.12% (medio) y 2.9% (medio) respectivamente. Las dosis de abono incorporado elevaron los contenidos de materia orgánica delo suelo, lo cual aparte del incremento de N disponible tuvo efectos beneficiosos en la porosidad total del suelo y coeficientes hídricos. Los residuos de raíces al ser descompuestas dejan espacios entre partículas sólidas, lo cual facilita la penetración de agua y de aire, así mismo se genera cambios en la capacidad de retención de humedad y se mejora la eficiencia en el uso del agua como lo menciona (AGRInova Science, 2020).

NITRÓGENO

En general hubo un incremento del contenido del % de Nitrógeno disponible, con la incorporación de las dosis de biomasa de repollo. Los valores variaron de 0.0882% para el T0, que fue superado por los tratamientos A1B1, A1B4, A2B1, A2B3 y A2B4 con 0.1035%, 0.10575%, 0.1152%, 0.1152% y 0.1305% respectivamente. Esto debido a los restos de cosecha (biomasa de repollo) incorporado, fue mineralizado por los microorganismos del suelo, liberandose poco a poco para ser asimilado por la planta. (Garrido, S. 1992). Las diferentes asociaciones que se realizo entre los cultivos y especialmente con frejol que es una leguminosa contribuyo a fijar nitrógeno, tal como lo menciona (Reynoso, 2019) que, producen este elemento para su nutrición y proporcionan Nitrógeno al suelo. Para hacerlo, utilizan rizobios (*Rhizobium leguminosarum*) que son bacterias que forman nódulos en las raíces de las plantas. Estas bacterias toman el nitrógeno de la atmósfera para convertirlo en

nitrógeno disponible para la planta. Mientras que la planta provee de componentes orgánicos obtenidos por la fotosíntesis.

FOSFÓRO

Respecto al P (ppm), el T0 y los demás tratamientos resultaron con valores altos de P. Sin embargo, se resalta a los tratamientos A2B1, A2B2, A2B3 y A2B4 que arrojaron valores significativamente mayores que el T0, con 52.36 ppm, 36.23 ppm, 46.36 ppm y 63.25 ppm de P respectivamente. El suelo tuvo un alto contenido de fósforo desde el tratamiento testigo (T0), con 30, 63 ppm; esto se incrementó con las dosis de 40 y 80 t/ha de biomasa de repollo llegando hasta 63,25 ppm en T9, que pudo causar deficiencias de Zinc, Cobre, y a su vez estimular la absorción de Molibdeno. Estas alteraciones pudo haber afectado en alguna medida el desarrollo de los cultivos y ser explicación de algunos resultados de los parámetros de crecimiento y producción de los cultivos g(Álvarez y Rimski-Korsakov, 2016; Peláez, 2020)

POTASIO Y CALCIO

Todos los tratamientos arrojaron valores medios de K (ppm), sin embargo, todos los tratamientos a excepción del A1B3 arrojaron mayores valores de K que el T0. Esto debido a la incorporación de la enmienda orgánica (biomasa de repollo), como lo menciona Garrido (1993). También son ricos en potasio los suelos que se abonan frecuentemente con enmiendas orgánicas.

El contenido de Ca^{2-} fue bajo para todos los tratamientos a excepción de los tratamientos A2B1 y A2B4 con 12.36 meq.100^{-g} (normal) y 13.25 meq.100^{-g} (normal) respectivamente, frente al T0 con 6.32 meq.100^{-g} de Ca^{2-} . Como se ve las dosis de biomasa de repollo aplicado también incrementaron los contenidos de cationes intrercambiables al suelo.

MAGNESIO

Igual que para Calcio, los contenidos de Magnesio (Mg^{2-}) y Sodio (Na^+) intercambiables arrojaron valores bajos para todos los tratamientos, pero se incrementaron no significativamente con la aplicación de las dosis de biomasa de

repollo. La mayoría de suelos en el trópico son bajos en magnesio y usualmente ácidos y bajos en calcio. (Espinoza, Slaton y Mozaffari. 2012; Peláez, 2020).

CONCLUSIONES

- Los tratamientos con una dosis de $80\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ de biomasa de repollo resultaron con mejores promedios en las variables evaluadas para los cultivos de cebolla china, lechuga y rabanito en los diferentes sistemas productivos. Específicamente los tratamientos con dosis de $80\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ de biomasa de repollo arrojaron mayores promedios en la altura de la planta de Cebolla china con 24.93 cm y en Rabanito con 26.27 cm y con $40\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ de biomasa de repollo en Lechuga con 23.38 cm de altura de planta en los diferentes sistemas productivo. El peso de la planta y el rendimiento reportó mejores resultados en los tratamientos con $80\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ de biomasa de repollo en cebolla china con 91.63 g y $45\ 816.67\ \text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ respectivamente, en Lechuga con 87.6 g de peso de la planta (T8) y $21\ 900\ \text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (T8) siendo estadísticamente igual al tratamiento T4 (40XLec+rab+frejol) con 89.47 g de peso de la planta y $22\ 366.67\ \text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. En rabanito, con 138.53 g de peso del bulbo (T11) y $34\ 633.33\ \text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (T11), siendo también importante los sistemas de cultivos (asociaciones realizadas).
- Los tratamientos arrojaron respuestas claras en coeficientes hídricos en general y específicamente en el incremento de porcentaje de Limo respecto al T0, en el incremento de valor de la densidad real en los tratamientos con $80\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ de biomasa de repollo, en el agua disponible en todos los tratamientos con 40t y $80\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ y en el porcentaje de porosidad de los tratamientos con $80\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ de biomasa de repollo. Respecto a los indicadores del análisis de caracterización, se resalta el incremento del porcentaje de materia orgánica (%M.O.), incremento de %N de bajo a medio en comparación al T0, el incremento del P (ppm) en los tratamientos con $80\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ de biomasa de repollo en los diferentes sistemas de producción.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a los productores de hortalizas en especial, aplicar 80 t/ha-1 de biomasa de repollo morado en la producción de Cebolla china, Lechuga y Rabanito en diferentes sistemas de producción en asociación combinada y con culantro y frejol.
2. Se recomienda replicar en investigaciones posteriores los tratamientos sugeridos en lugares con condiciones climáticas similares al del terreno experimental de este proyecto, considerando la identificación de microorganismos en el suelo, que permiten obtener rendimientos adecuados, ambientalmente amigables y socialmente aceptables.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acuña, J.R. (1998). *Guía para la producción de hortalizas de hoja para la industria. Perejil, Petroselinum hortense, cilantro, Coriandrum sativum*. Guía para la producción de hortalizas. Ediciones ASIAVA. Cali, Colombia. p. 116-118.
- AGRIInova science. (2020). *La utopía del 5% de la materia orgánica*. Blog single. <https://agri-nova.com/noticias/la-utopia-del-5-de-la-materia-organica/>. Visitado 07/05/2022
- Allen, R., Pereira, L., Raes D., Smith, M. (2006). *Evapotranspiración del cultivo*. Guías para la determinación de agua de los cultivos. Estudio FAO Serie Riego y Drenaje N°56, Roma. 322 p.
- Altieri, M., & Nicholls, C. (2002). *Un método agroecológico rápido para la evaluación de la sostenibilidad de cafetales*. Manejo Integrado de Plagas, 64 (3), 17-24.
- Álvarez, C.; Rimski-Korsakov, H. (2016). *Manejo de la fertilidad del suelo en planteos orgánicos*. Ed. EFA: Buenos Aires, s.e., 165 pp.
- Álvarez R, Steinbach, H.S., De Paepe., J.L. (2016). *Carbono orgánico*. En: Fertilidad de suelos y fertilización en la Región Pampeana. R Álvarez (Ed.). pp: 47-91.
- Anónimo, (2010). *Alternativa Ecológica*. Blog: Un espacio dedicado a la promoción de la agricultura ecológica en el ámbito urbano rural. Lima – Perú. <http://ecosiembra.blogspot.com/2011/06/cultivo-de-cebolla-china.html>. Visitado el 10 de junio del 2021.
- Arévalo, A. (2003). *Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo “Comparativo de cuatro (04) coberturas (Mulch), en el cultivo de repollo (Brassica oleracea L.), en Iquitos*.
- Ávila, L. (2014). *Dosis de fertilizante con microorganismos benéficos (FERTI EM) en el cultivo de rabanito Raphanus sativus L. en la provincia de Lamas*. Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo en la Universidad Nacional de San Martín-T. Facultad de Ciencias Agrarias. p 66.
- Baéz, A. (2010). *Estado de humedad de los suelos y su relación con la evolución de los cultivos*. Consultado el 15 de mayo 2022. Disponible en <https://web.archive.org/web/20100523120826/http://www.inta.gov.ar/pro/radar/Actividad/relevamiento/humedad.htm>

- Beltrán Morales F. A., García-Hernández J. L., Valdez- Cepeda R. D., MurilloAmador B., Troyo-Diéguez E., Larrinaga J. y Beltrán Morales L.F. (2006). *Efecto de sistemas de labranza e incorporación de abono verde (Lablab purpureus L.) sobre la respiración edáfica en un yermosol háplico*. Interciencia 31: 226-230.
- Belyeu. (2013). *El efecto del fertilizante en el crecimiento del rábano*. Traducido por Pei Pei. (En línea). Consultado el 14 Abr. 2013. Disponible en www.ehowenespano.com/efecto-fertilizantes-crecimiento-del-rabano-hechos_116344 http://www.ehowenespanol.com/efecto-fertilizantes-crecimiento-del-rabano-hechos_116344
- Brewster J., L. (2001). *Las Cebollas y otros Alliums*. Editorial Acribia S. A. Zaragoza – España. 253 p.
- Brechelt A. (2004). *El manejo ecológico del suelo*. Fundación Agricultura y Medio Ambiente (FAMA). Red de acción en plaguicidas y sus alternativas para América Latina (RAP-AL) (ed.). Santiago de Chile, Chile. 1-36.
- Cadena hortifruticola (El huerto urbano) (2016). (<http://www.cadenahortofruticola.org/admin/bibli/417rabano.pdf>).
- Carter, M.R., Gregorich, E.G., Anderson, D.W., Doran, J.W., Janzen, H.H. y Pierce, F.J. (1997). *Concepts of soil quality and their significance*. En *Soil quality for crop production and ecosystem health* (eds. Gregorich, E.G. y Carter, M.). Elsevier Science Publishers, Amsterdam, Netherlands.
- Casaca A.D. (2005). *Guías Tecnológicas de Frutas y Vegetales*. Costa Rica
- Chang, E.; Chung, R.; Tsai, Y. (2007). *Effect of different application rates of organic fertilizer on soil enzyme activity and microbial population*. *Soil Science and Plant Nutrition* 53(2): 132-140.
- Clocchiatti, A.; Hannula, S.E.; Berg, M. Van Den; Korthals, G. (2019). *The hidden potential of saprotrophic fungi in arable soil: Patterns of short-term stimulation by organic amendments*. *Applied Soil Ecology* 147: 1-11.
- Corrales, E. (2002). *Sostenibilidad agropecuaria y sistemas de producción campesinos*. Cuadernos Tierra y Justicia No. 5 Reino de Noruega - SUIPICOL Suiza; Séjours Catholique Francia ASDI Suecia, IDEA - IER - ILSA - Secretariado Nacional Pastoral. Bogotá.
- CORPOICA (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria) (2004). <http://hdl.handle.net/20.500.12324/11897>

- Cortés-D, D.L.; Pérez-B, J.H.; Camacho-Tamayo, J.H. (2013). *Relación espacial entre la Conductividad Eléctrica y algunas propiedades químicas del suelo*. U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica 16(2): 401-408.
- Diederichsen, A. (1996). *Coriander*. *Coriandrum sativum* L. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 3. IPGRI, International Plant Genetic Resources Institute, Italy. 83 p.
- Doran, J. W. and Parkin, T. B. (1994). *Defining and assessing soil quality*. In “*Defining soil quality for a Sustainable Environment*” (J. W. Doran D. C. Coleman, D.F. Bezdicek, and B. A. Stewart Eds.) p. 3-21. SSSA.SpecPubl.N° 35, Soil Sci. Soc. Am. Inc. and Am. Soc. Agron. Inc. Madison, WI.
- ECOAGRICULTOR. (2018). <https://www.ecoagricultor.com/asociaciones-cultivos-huerta-organica/>
- Elorza, M. (2016). *Asociaciones Beneficiosas y Perjudiciales en el Cultivo de un huerto*. Santiago de Chile. <http://www.munistgo.info/medioambiente/wp-content/uploads/2016/10/Asociaciones-Beneficiosas-y-perjudiciales-en-el-cultivo-del-huerto.pdf>
- El Huerto. (S.F). Boletín Semanal numero 90. <https://www.cajamar.es/storage/documents/boletin-huerto-90-1496059680-b1c50.pdf>. Visitado 10/05/2022
- Espinoza, L., Slaton, N. y Mozaffari, M. (2012). *Agricultura y Recursos Naturales: Como Interpretar los Resultados de los Análisis de Suelos*. DIVISION OF AGRICULTURE RESEARCH & EXTENSION. Estados Unidos.
- Fernández, M. (2007). *Fósforo: Amigo o Enemigo*. Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA). La Habana, Cuba.
- Figueroa, M. (2016). *Cebolla: Bases Nutricionales de la Fertilización*. EEA INTA Pergamino. Mendoza, Argentina.
- García Petillo, M.; Puppo, L.; Hayashi, R.; Morales, P. (2012). *Metodología para determinar los parámetros hídricos de un suelo a campo*. Facultad de Agronomía, Departamento de Suelos y Aguas/Avda. E. Garzón 780, 12900 Montevideo.
- Gardner, FP, Pearce, RB, Mitchell, RI, (1985). *Physiology of Crop Plant*. Iowa State University Press, Ames.
- Garrido Valera, S. (1993). *Interpretación de Análisis de Suelo*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.

- Gliessman, R. (2002). *Agroecología: procesos ecológicos en agricultura sostenible*. Turrialba, C.R: CATIE.
- Gómez-Álvarez R., Lázaro-Jerónimo G., León-Nájera J.A. (2008). *Producción de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y rábano (*Rhapanus sativus* L.) en huertos biointensivos en el trópico húmedo de Tabasco*. Municipio Centro, Tabasco. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. www.ujat.mx/publicaciones/uciencia. 24(1):11-20,2008. 10 pg. Visitada el 20 de noviembre del 2020.
- Gros, A. Y Domínguez, A., (1992). *Abonos guía práctica de la fertilización*. 8va. edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 450 p.
- Guerrero, R. (1993). *Los nutrientes de las plantas*. En: Fertilización de cultivos en clima frío. (vol. 3). Monómeros Colombo Venezolanos S. A. (E.M.A.), Barranquilla, p. 9-13.
- Holdridge, P. (1970). *Ecología basada en zonas de vidas*.
- HUERTOCITY. (2018). <https://huertocity.com/index.php/asociacion-de-cultivos/>
- INFOAGRO. (2009). [www.infoagro.com/.../1315 agricultura constata que biosolarizacion es una he.asp](http://www.infoagro.com/.../1315_agricultura_constata_que_biosolarizacion_es_una_he.asp)
- INFOAGRONOMO (2020). <https://infoagronomo.net/asociaciones-favorables-entre-especies-hortícolas/>
- JHONSTOM, A. E. (1991). *Soil fertility and soil organic matter*. In: *Advances in soil organic matter research: the impact on agriculture and the environment*. Ed. The Royal Society of Chemistry. Cambridge. UK. pp. 299-314.
- Karlen, D.L., Wollenhaupt, N.C., Erbach, D.C., Berry, E.C., Swan, J.B., Each, N.S. y Jordahl, J.L. (1994). *Crop residue effects on soil quality following 10-years of no-till corn*. Soil Tillage Research 31: 149-167.
- K+S Minerals and Agriculture (2019). <http://www.ks-minerals-andagriculture.com/eses/fertiliser/advisoryservice/nutrients/sodium.html>
- Lamón, J. (2017). *El papel destacado de las bacterias del ácido láctico en la agricultura y la EM*. Consultado el 23 de mayo 2022 en <https://www.estiercoles.com/el-papel-destacado-de-las-bacterias-del-acido-lactico-en-la-agricultura-y-la-em/>
- León, T. (2007). *Enseñanzas de la Revolución Verde: Hacia Una Nueva Revolución Verde (material de clase)*. Agricultura Sostenible. Universidad Nacional de Colombia. en http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/IDEA/2007223/lecciones/lect8/lect8_1.html

- López M.J.D.; Díaz E.A.; Martínez R.E.; Valdez C.R. (2001). *Abonos orgánicos y su efecto propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento en maíz*. Terra latinoamericana 19 (4):293-299.
- Malagon, D., Pulido, C., Llinas, R. D., Chamorro, C. (1995). *Suelos de Colombia*. Bogotá, D.C.: Instituto Geográfico Agustín Codazzi.
- Martínez, E.; Fuentes, J.; Acevedo, E. (2008). *Carbono orgánico y propiedades del suelo*. Suelo Nutrición Vegetal 8(1): 68-96
- McDonald, J., T. Ericsson and C.-M. Larsson. (1996). *Plant nutrition, dry mater gain and partitioning at the whole-plant level*. *Journal of Experimental Botany*. 47:1245-53.
- Mengel, K. and Kirkby, E.A. (1982). *Principles of Plant Nutrition*. International Potash Institute, Bern
- Mengel, K.; Kirkby, E. (2001). *Principles of plant nutrition*. Kluwer Academic Publishers, 5th edn. Dordrecht, 849 pp.
- Ministry of Agriculture, Fisheries and Food (2000). *Fertiliser recommendations for agricultural and horticultural crops*. Londres.
- Muñoz, I. y Miranda, O. (2014). *Manejo de suelo y velocidad de infiltracion del agua de riego en un parronal cv. Sultanina*. Artículo de investigación. Mendoza- Argentina. <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/123456789/33412/NR03784.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=La%20velocidad%20de%20infiltraci%C3%B3n%20de%20rafees%20de%20los%20frutales>.
- Muñoz, F. (2009). *Importancia del agua en la nutrición de los cultivos*. Artículo de investigación. Colombia. <https://www.cenicana.org/importancia-del-agua-en-la-nutricion-de-los-cultivos/>
- Oldeman, L. R., Y Van Lynden G. W. J. (1998). *Revisiting the Glasod Methodology*. pp. 423-440. In: R. Lal et al. (eds.) *Methods for Assessment of Soil Degradation*. Advances in Soil Science. CRC Press Boca Raton, Florida, USA.
- Orozco, A.; Valverde, M.; Trélles, R.; Chávez, C.; Benavides, R. (2016). *Propiedades físicas, químicas y biológicas de un suelo con biofertilización cultivado con manzano*. Terra Latinoamericana 34: 441-456
- Parr, J.; Papendick, R.; Hornick, S. y Meyer, R. (1992). *Soil quality: attributes and relationships to alternative and sustainable agriculture*. American J. of Alternative Agriculture 7: 5-11.
- Peláez, J. (2020). *Efectos de la aplicación de materia orgánica y sistemas de cultivos en el mejoramiento de las características físicas, químicas y biológicas del suelo en el*

- distrito de Lamas*, para obtener el Grado de Magister en la Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María. Perú.
- Pomares F.; Ramos, C. (2010). *Fertilización de cultivos hortícolas*. Guía Práctica de fertilización racional de los cultivos. Vol.2. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.
- Rengifo, C. (2014). “*Efecto de la aplicación de enmienda orgánica y mineral sobre la fertilidad de un suelo ácido ultisol de la Amazonía peruana*” - Lamas, para obtener el Grado de Doctor en la Universidad Politécnica de Valencia. España.
- Restrepo, J. (2007). *Abonos orgánicos fermentados*. Experiencias de Agricultores de Centroamérica y Brasil. OIT, PSST-AcyP; CEDECE. 51 P.
- Reynoso, V. (2019). *Leguminosas regeneración para el suelo*. Artículo de Investigación. <https://viaorganica.org/leguminosas/>. Visitado el 10 de junio del 2021.
- Rizo, E. (2010). *Rábanos como opción para cultivos de cobertura*. Mexico. Artículo de Investigación. <https://www.hortalizas.com/proteccion-de-cultivos/biorracional-organico/rabanos-como-opcion-para-cultivos-de-cobertura/>. Visitado el 12 de junio del 2021.
- Rodríguez, S.F. (1989). *Fertilizantes y nutrición vegetal*. AGT editor S.A.
- Romero N. A. y Ruiz M. de los A. (2001). *Efectos de la alfalfa y del melilotus usados como forraje y abono verde, sobre la producción de pasturas y cultivos*. Boletín de Divulgación Técnica INTA Anguil 7: 42-47.
- Romig, D.E., Garlynd, M.J., Harris, R.F. y McSweeney, K. (1995). *How farmers assess soil health and quality*. J. Soil Water Conservation 50: 229-236.
- Ruiz, C.; Russian, T.; TUA, D. (2007). *Efecto de la fertilización orgánica en el cultivo de la cebolla*. Agronomía Trop. 57 (1):7-14. Estado de Falcón - Venezuela
- Escaff, M. (2001). *Ficha técnica de la Chalota*. Hortalizas - INIA LA PLATINA. Santiago de Chile – Chile.
- Sikora, L. J. (1998). *Nitrogen availability from compost and blends of compost and fertilizers*. Acta Horticulture, 469: 343-351.
- SMART FERTILIZER SOFTWARE (2021). <https://www.smart-fertilizer.com/es/articulos/phosphorus/>
- SQI-Soil Quality Institute. Indicators for soil quality evaluation. USDA natural resources conservation service. The National Soil Survey Center / The Soil Quality Institute, NRCS, USDA / The National Soil Tilth Laboratory, Agricultural Research Service. USA. 1996

- Suelo Porta Académico CCH, (2014).
<https://portalacademico.cch.unam.mx/materiales/prof/matdidac/sitpro/exp/quim/quim2/quimicII/496e74726f6475636369c3b36e7332513255317375656c6f.pdf>
- Taboada M.A. (2012). *Introducción, textura y estructura*. Sección 2. En: Fertilidad de los Suelos. Caracterización y manejo en la Región Pampeana. Álvarez, R; Rubio, G.; Álvarez C.R., Lavado R.S.: 97-112.
- Tilman, D. (1999). *Global Environmental Impacts of Agricultural Expansion: The need for sustainable and efficient practices*. National Academy of Sciences of the United States of America. Vol 96 (11), pp 5995-6000.
- Tisdale, S. y W. Nelson, (1991). *Fertilidad de los suelos y fertilizantes*. 1a. reimpresión. Edit. Limusa UTEHA Unión Tipográfica Hispano Americana, S.A. de C.V.; México.
- Torres, E. (2006). *A producir: "Producción y comercialización de frijol- Mollepata"*. Micro corredor socio económico Tayacaja-Huancavelica. FONCODES. Huancayo, Perú.
- Vallejo A. Y Estrada E. (2004). *Producción de hortalizas de clima cálido*. Ediciones Mundi-Prensa, S.A. Cali, Colombia. Universidad Nacional de Colombia. p. 291-311
- Vandermeer, J. (2011). *The Ecology of Agroecosystems*. by Jones and Barlett Publishers. Massachussets, USA.
- Yalta, J. (2001). *Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo "Efecto del Mulch con incorporación de gallinaza en el rendimiento del cultivo de repollo (Brassica oleracea, Var. Capitata alba L.)"*

Anexos

Determinar el efecto de dos niveles de enmienda orgánica (Biomasa de repollo) y sistemas de cultivos hortícolas en la calidad del suelo

por Wendy Kalena Freitas Isuiza

Fecha de entrega: 21-feb-2023 11:39a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2019702342

Nombre del archivo: INFORME_DE_TESIS_FINAL-OBS_LEVANTADAS_POST_SUSTENTACI_N.docx (2.4M)

Total de palabras: 25553

Total de caracteres: 131049

Determinar el efecto de dos niveles de enmienda orgánica (Biomasa de repollo) y sistemas de cultivos hortícolas en la calidad del suelo

INFORME DE ORIGINALIDAD

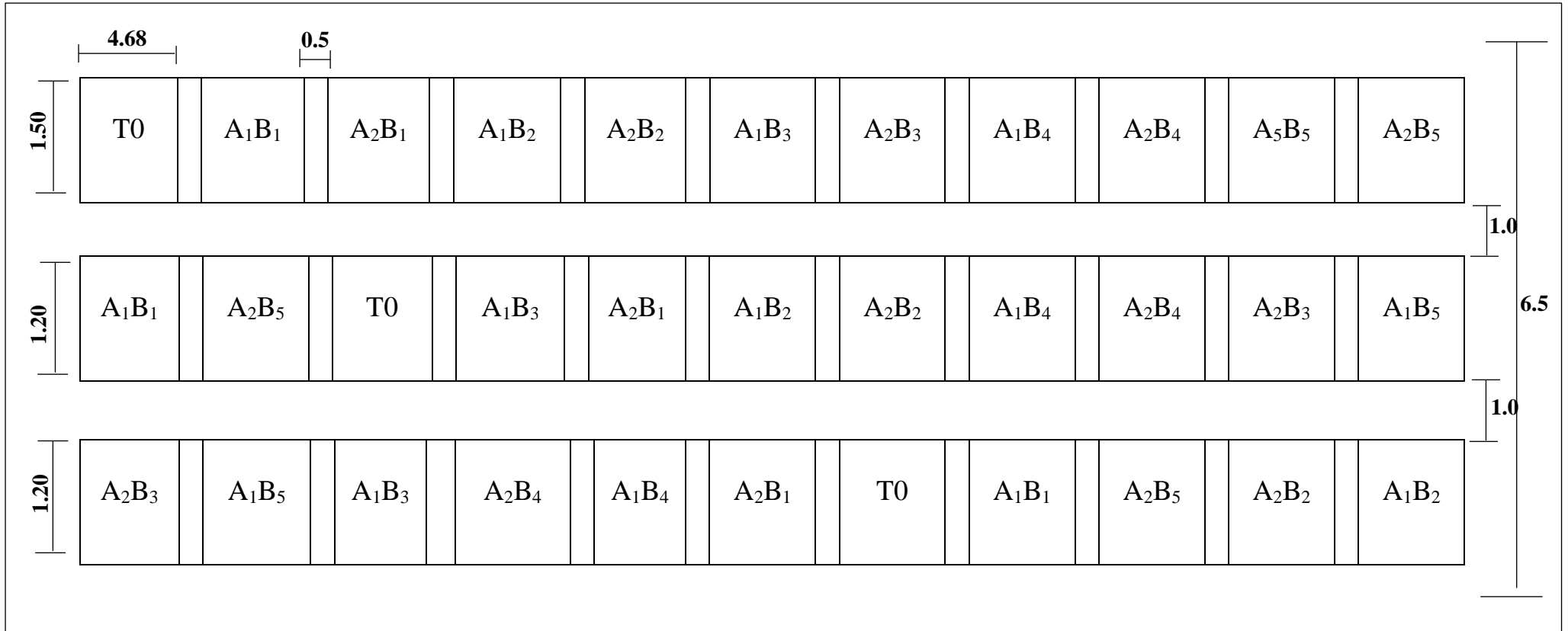


FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unsm.edu.pe Fuente de Internet	6%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	4%
3	repositorio.unas.edu.pe Fuente de Internet	4%
4	www.serida.org Fuente de Internet	1%
5	dx.doi.org Fuente de Internet	1%
6	biblioteca.usac.edu.gt Fuente de Internet	1%
7	enprodelagro.blogspot.com Fuente de Internet	1%
8	www.enbuenasmanos.com Fuente de Internet	1%

Anexo 1: Bloques y Randomizaciones

57.0



Anexo 2: Fertilidad consolidado

Trats	Ph	C.E. $\mu\text{S/cm}$	% M.O.	% N	P ppm	K ppm	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺	Al ⁺³	Al ⁺³ + H ⁺
T0	6.99	113.25	1.96	0.0882	30.63	136.234	6.32	1.12	0.1	0	0
	Neutro	Salinidad baja	Bajo	Muy bajo	Alto	Medio	Bajo	Muy bajo	Muy bajo		
A1B1	6.943	166.3	2.3	0.1035	36.23	145.23	7.56	0.86	0.15	0	0
	Neutro	Salinidad baja	Medio	Normal	Alto	Medio	Bajo	Muy bajo	Muy bajo		
A1B2	6.931	141	2	0.09	38.56	156.25	8.96	1.12	0.14	0	0
	Neutro	Salinidad baja	Bajo	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Muy bajo	Muy bajo		
A1B3	6.88	119.32	1.98	0.0891	35.23	136.2	7.45	0.96	0.15	0	0
	Neutro	Salinidad baja	Bajo	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Muy bajo	Muy bajo		
A1B4	6.9	118.36	3.35	0.10575	35	156.39	8.56	1.56	0.19	0	0
	Neutro	Salinidad baja	Medio	Normal	Alto	Medio	Bajo	Bajo	Muy bajo		
A1B5	6.97	141.23	2.45	0.11025	37.69	163.53	8.12	1.45	0.13	0	0
	Neutro	Salinidad baja	Medio	Normal	Alto	Medio	Bajo	Bajo	Muy bajo		
A2B1	6.904	119.36	2.56	0.1152	52.36	165.89	12.36	1.25	0.23	0	0
	Neutro	Salinidad baja	Medio	Normal	Alto	Medio	Normal	Muy bajo	Muy bajo		
A2B2	6.88	124.56	2.12	0.0954	36.23	145.23	8.63	1.1	0.19	0	0
	Neutro	Salinidad baja	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Muy bajo	Muy bajo		
A2B3	6.852	116.6	2.56	0.1152	46.36	156.36	9.36	1.35	0.25	0	0
	Neutro	Salinidad baja	Medio	Normal	Alto	Medio	Bajo	Muy bajo	Muy bajo		
A2B4	7.07	142.56	2.9	0.1305	63.25	185.63	13.25	2.01	0.25	0	0
	Neutro	Salinidad baja	Medio	Normal	Alto	Medio	Normal	Muy bajo	Muy bajo		
A2B5	6.901	139.36	2.1	0.0945	51.2	173.26	10.23	1.85	0.19	0	0
	Neutro	Salinidad baja	Medios	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Muy bajo	Muy bajo		

Anexo 3: Coeficientes hídricos T0

SOLICITANTE: WENDY KALENA FREITAS ISUIZA

PROVINCIA: LAMAS

DISTRITO: LAMAS

FECHA DE MUESTREO: 04/01/2020

FECHA DE REPORTE: 20/01/2020

T0

DETERMINACIÓN DE COEFICIENTES HÍDRICOS

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	Punto Marchitez PM=CC*0.74-5	Capacidad de Campo CC=(PF-PS)/PS*100	dr g/ml	dap g/ml	Agua Disponible (mm/m) AD=(CC-PM)*Dap*H/100	Velocidad de infiltración				VI cm/h Altura/Tiempo	% de Porosidad %P = (dr-dap)/dr*100
	% Arena	% Arcilla	% Limo							Tiempo (min)	Altura (H) (cm)	Variación Tiempo (min)	Variación Altura (cm)		
T0	53	31	16	F Arc Are	18	28	2.39	1.37	102.42	12	21	5	1.32	15.84	42.68

PF=732g

PS=568g

H= 75 cm

dr = densidad real

dap = densidad

aparente

Anexo 4: Análisis de suelo y Determinación de coeficientes hídricos

Análisis de suelo T0

SOLICITANTE : WENDY KALENA FREITAS ISUIZA

FECHA DE MUESTREO: 04/01/2020

PROVINCIA: LAMAS

FECHA DE REPORTE: 20/01/2020

DISTRITO: LAMAS

T0

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH	C.E. $\mu\text{S/cm}$	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	ClC	Cationes Cambiables (meq/100g)						% Sat. Bas	% Aci. Int
	% Arena	% Arcill	% Lim									Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³	Al ⁺³ +H ⁺¹		
TO	53	31	16	F Arc Aren	6.99	113.3	1.96	0.1	30.63	136.23	7.9	6.32	1.1	0.3	0.1	0	0	100	0

Ph	C.E. $\mu\text{S/cm}$	% M.O.	% N	P ppm	K ppm	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺	Al ⁺³	Al ⁺³ +H ⁺
6.99	113.25	1.96	0.0882	30.63	136.23	6.32	1.12	0.1	0	0
Neutro	No hay problemas de sales	Bajo	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Bajo	Muy bajo		

d.a \rightarrow 1.37 t/m³

SOLICITANTE : WENDY KALENA FREITAS ISUIZA

PROVINCIA: LAMAS

Existencia en suelo				Balance		Reposición con fertilización orgánica mínima					
N	29.1	kg/ha	N		kg/ha	29.1	Guano de isla		kg/ha	0	g/planta
P ₂ O ₅	9.6	kg/ha	P ₂ O ₅		kg/ha	9.6	Superfosfat triple de Calcio		kg/ha	0	g/planta
K ₂ O	125.4	kg/ha	K ₂ O		kg/ha	125.4	Sulfato de potasio		kg/ha	0	g/planta
MgO	24.8	kg/ha	MgO		kg/ha	24.8	Sulpomag		kg/ha	0	g/planta
CaO	193.9	kg/ha	CaO		kg/ha	193.9			kg/ha	0	g/planta

Existencia en suelo				Balance		Reposición con fertilización química mínima					
N	29.1	kg/ha	N		kg/ha	29.1	Fosfato diamónico		kg/ha	0	g/planta
P ₂ O ₅	9.6	kg/ha	P ₂ O ₅		kg/ha	9.6	Superfosfato triple de Ca		kg/ha	0	g/planta
K ₂ O	125.4	kg/ha	K ₂ O		kg/ha	125.4	Sulfato de potasio		kg/ha	0	g/planta
MgO	24.8	kg/ha	MgO		kg/ha	24.8	Sulpomag		kg/ha	0	g/planta
CaO	193.9	kg/ha	CaO		kg/ha	193.9			kg/ha	0	g/planta

pH \rightarrow

Neutro

N \rightarrow

Bajo

K \rightarrow

Medio

Al⁺³+H⁺ \rightarrow P \rightarrow

Alto

Clase textural \rightarrow

F Arc Aren

Distanciamiento \rightarrow

Observando los parámetros obtenidos en el análisis de suelo, se plantea dos tipos de fertilización a elegir, una orgánica y una química; se recomienda aplicar:

FERTILIZACIÓN ORGÁNICA		FERTILIZACIÓN QUÍMICA	
0.00	g de Guano de isla por planta	0.00	g de Fosfato diamónico por planta
0.00	g de Roca fosfórica por planta	0.00	g de Superfosfato triple de calcio por planta
0.00	g de Sulfato de Potasio por planta	0.00	g de Sulfato de potasio por planta
0.00	g de Sulpomag por planta	0.00	g de Sulpomag por planta
0.00		0.00	

Análisis de suelo Tratamiento A1B5

SOLICITANTE : WENDY KALENA FREITAS ISUIZA

FECHA DE MUESTREO: 04/01/2020

PROVINCIA: LAMAS

FECHA DE REPORTE: 20/01/2020

DISTRITO: LAMAS

TRATAMIENTO: **A1B5**

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH	C.E. $\mu\text{S/cm}$	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes Cambiables (meq/100g)						% Sat. Bas	% Aci. Int
	% Arena	% Arcill	% Lim									Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³	Al ⁺³ +H ⁺¹		
A1B5	51.5	32	16.5	F Arc Aren	6.97	141.2	2.45	0.1	37.69	163.56	10	8.12	1.5	0.4	0.1	0	0	100	0

pH	C.E. $\mu\text{S/cm}$	% M.O.	% N	P ppm	K ppm	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺	Al ⁺³	Al ⁺³ +H ⁺
6.97	141.23	2.45	0.11025	37.69	163.53	8.12	1.45	0.13	0	0
Neutro	No hay problemas de sales	Medio	Normal	Alto	Medio	Bajo	Bajo	Muy bajo		

d.a \rightarrow 1.36 t/m³

SOLICITANTE : WENDY KALENA FREITAS ISUIZA

PROVINCIA: LAMAS

Existencia en suelo				Balance		Reposición con fertilización orgánica mínima					
N	36.1	kg/ha	N		kg/ha	36.1	Guano de isla		kg/ha	0	g/planta
P ₂ O ₅	11.7	kg/ha	P ₂ O ₅		kg/ha	11.7	Superfosfat triple de Calcio		kg/ha	0	g/planta
K ₂ O	149.5	kg/ha	K ₂ O		kg/ha	149.5	Sulfato de potasio		kg/ha	0	g/planta
MgO	31.8	kg/ha	MgO		kg/ha	31.8	Sulpomag		kg/ha	0	g/planta
CaO	247.4	kg/ha	CaO		kg/ha	247.4			kg/ha	0	g/planta

Existencia en suelo				Balance		Reposición con fertilización química mínima					
N	36.1	kg/ha	N		kg/ha	36.1	Fosfato diamónico		kg/ha	0	g/planta
P ₂ O ₅	11.7	kg/ha	P ₂ O ₅		kg/ha	11.7	Superfosfato triple de Ca		kg/ha	0	g/planta
K ₂ O	149.5	kg/ha	K ₂ O		kg/ha	149.5	Sulfato de potasio		kg/ha	0	g/planta
MgO	31.8	kg/ha	MgO		kg/ha	31.8	Sulpomag		kg/ha	0	g/planta
CaO	247.4	kg/ha	CaO		kg/ha	247.4			kg/ha	0	g/planta

pH \rightarrow Neutro
 N \rightarrow Normal K \rightarrow Medio Al⁺³ + H⁺ \rightarrow
 P \rightarrow Alto Clase textural \rightarrow F Arc Aren Distanciamiento \rightarrow

Observando los parámetros obtenidos en el análisis de suelo, se plantea dos tipos de fertilización a elegir, una orgánica y una química; se recomienda aplicar:

FERTILIZACIÓN ORGÁNICA		FERTILIZACIÓN QUÍMICA	
0.00	g de Guano de isla por planta	0.00	g de Fosfato diamónico por planta
0.00	g de Roca fosfórica por planta	0.00	g de Superfosfato triple de calcio por planta
0.00	g de Sulfato de Potasio por planta	0.00	g de Sulfato de potasio por planta
0.00	g de Sulpomag por planta	0.00	g de Sulpomag por planta
0.00		0.00	

Determinación de Coeficientes hídricos Tratamiento: A1B5

SOLICITANTE: ING. WENDY KALENA FREITAS ISUIZA

PROVINCIA: LAMAS

DISTRITO: LAMAS

FECHA DE MUESTREO:04/01/2020

FECHA DE REPORTE: 20/01/2020

A1B5

DETERMINACIÓN DE COEFICIENTES HÍDRICOS

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	Punto Marchitez	Capacidad de Campo	dr g/ml	dap g/ml	Agua Disponible (mm/m) AD=(CC-PM)*Dap*H/100	Velocidad de infiltración				% de Porosidad %P = (dr-dap)/dr*100	
	% Arena	% Arcilla	% Limo							Tiempo (min)	Altura (H) (cm)	Variación Tiempo (min)	Variación Altura (cm)		VI cm/h Altura/Tiempo
A1B5	51.5	32	16.5	F Arc Are	PM=CC*0.74-5 18	CC=(PF-PS)/PS*100 28	2.38	1.36	104.3	14.2	22.5	5	1.63	19.56	42.85

PF=732g

PS=568g

H= 75 cm

dr = densidad real

dap = densidad aparente

Análisis de suelo Tratamiento: A1B4

SOLICITANTE : WENDY KALENA FREITAS ISUIZA
 PROVINCIA: LAMAS

FECHA DE MUESTREO: 04/01/2020
 FECHA DE REPORTE: 20/01/2020

DISTRITO: LAMAS

TRATAMIENTO: **A1B4**

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes Cambiables (meq/100g)						% Sat. Bas	% Ac. Int
	% Arena	% Arcill	% Lim									Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³	Al ⁺³ +H ⁺		
A1B4	54	19	27	F Aren	6.9	118.4	2.35	0.1	35	156.39	11	8.56	1.6	0.4	0.2	0	0	100	0

pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	% M.O.	% N	P ppm	K ppm	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺	Al ⁺³	Al ⁺³ +H ⁺
6.9	118.36	3.35	0.10575	35	156.39	8.56	1.56	0.19	0	0
Neutro	No hay problemas de sales	Medio	Normal	Alto	Medio	Bajo	Bajo	Muy bajo		

d.a. \rightarrow 1.43 t/m³

SOLICITANTE : WENDY KALENA FREITAS ISUIZA

PROVINCIA: LAMAS

Existencia en suelo				Balance		Reposición con fertilización orgánica mínima					
N	36.4	kg/ha	N		kg/ha	36.4	Guano de isla		kg/ha	0	g/planta
P ₂ O ₅	11.5	kg/ha	P ₂ O ₅		kg/ha	11.5	Superfosfat triple de Calcio		kg/ha	0	g/planta
K ₂ O	150.3	kg/ha	K ₂ O		kg/ha	150.3	Sulfato de potasio		kg/ha	0	g/planta
MgO	36.0	kg/ha	MgO		kg/ha	36.0	Sulpomag		kg/ha	0	g/planta
CaO	274.2	kg/ha	CaO		kg/ha	274.2			kg/ha	0	g/planta

Existencia en suelo				Balance		Reposición con fertilización química mínima					
N	36.4	kg/ha	N		kg/ha	36.4	Fosfato diamónico		kg/ha	0	g/planta
P ₂ O ₅	11.5	kg/ha	P ₂ O ₅		kg/ha	11.5	Superfosfato triple de Ca		kg/ha	0	g/planta
K ₂ O	150.3	kg/ha	K ₂ O		kg/ha	150.3	Sulfato de potasio		kg/ha	0	g/planta
MgO	36.0	kg/ha	MgO		kg/ha	36.0	Sulpomag		kg/ha	0	g/planta
CaO	274.2	kg/ha	CaO		kg/ha	274.2			kg/ha	0	g/planta

pH \rightarrow Neutro
 N \rightarrow Normal K \rightarrow Medio Al⁺³+H⁺ \rightarrow
 P \rightarrow Alto Clase textural \rightarrow F Aren Distanciamientc \rightarrow

Observando los parámetros obtenidos en el análisis de suelo, se plantea dos tipos de fertilización a elegir, una orgánica y una química; se recomienda aplicar:

FERTILIZACIÓN ORGÁNICA		FERTILIZACIÓN QUÍMICA	
0.00	g de Guano de isla por planta	0.00	g de Fosfato diamónico por planta
0.00	g de Roca fosfórica por planta	0.00	g de Superfosfato triple de calcio por planta
0.00	g de Sulfato de Potasio por planta	0.00	g de Sulfato de potasio por planta
0.00	g de Sulpomag por planta	0.00	g de Sulpomag por planta
0.00		0.00	

Determinación de Coeficientes hídricos Tratamiento: A1B4

SOLICITANTE : WENDY KALENA FREITAS ISUIZA

PROVINCIA: LAMAS

DISTRITO: LAMAS

FECHA DE MUESTREO: 04/01/2020

FECHA DE REPORTE: 20/01/2020

A1B4

DETERMINACIÓN DE COEFICIENTES HÍDRICOS

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	Punto Marchitez	Capacidad de Campo	dr g/ml	dap g/ml	Agua Disponible (mm/m)	Velocidad de infiltración					% de Porosidad %P = (dr-dap)/dr*100
	% Arena	% Arcilla	% Limo							PM=CC*0.74-5	CC=(PF-PS)/PS*100	AD=(CC-PM)*Dap*H/100	Tiempo (min)	Altura (H) (cm)	
A1B4	54	19	27	F Arc Are	12	24	2.35	1.44	113.8	13	23	5	1.75	21	38.72

PF=732g

PS=568g

H= 75 cm

dr = densidad real

dap = densidad aparente

Análisis de suelo Tratamiento: A1B3

SOLICITANTE : WENDY KALENA FREITAS ISUIZAA

FECHA DE MUESTREO: 04/01/2020

PROVINCIA: LAMAS

FECHA DE REPORTE: 20/01/2020

DISTRITO: LAMAS

TRATAMIENTO: **A1B3**

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes Cambiables (meq/100g)						% Sat. Bas	% Aci. Int
	% Arena	% Arcill	% Lim									Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³	Al ⁺³ +H ⁺¹		
A1B3	50	26	24	F Arc Are	6.88	119.3	1.98	0.1	35.23	136.2	8.9	7.45	1	0.3	0.2	0	0	100	0

pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	% M.O.	% N	P ppm	K ppm	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺	Al ⁺³	Al ⁺³ +H ⁺
6.88	119.32	1.98	0.0891	35.23	136.2	7.45	0.96	0.15	0	0
Neutro	No hay problemas de sales	Bajo	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Muy bajo	Muy bajo		

d.a \rightarrow 1.39 t/m³

SOLICITANTE : WENDY KALENA FREITAS ISUIZAA

PROVINCIA: LAMAS

Existencia en suelo				Balance		Reposición con fertilización orgánica mínima					
N	29.8	kg/ha	N		kg/ha	29.8	Guano de isla		kg/ha	0	g/planta
P ₂ O ₅	11.2	kg/ha	P ₂ O ₅		kg/ha	11.2	Superfosfat triple de Calcio		kg/ha	0	g/planta
K ₂ O	127.2	kg/ha	K ₂ O		kg/ha	127.2	Sulfato de potasio		kg/ha	0	g/planta
MgO	21.5	kg/ha	MgO		kg/ha	21.5	Sulpomag		kg/ha	0	g/planta
CaO	232.0	kg/ha	CaO		kg/ha	232.0			kg/ha	0	g/planta

Existencia en suelo				Balance		Reposición con fertilización química mínima					
N	29.8	kg/ha	N		kg/ha	29.8	Fosfato diamónico		kg/ha	0	g/planta
P ₂ O ₅	11.2	kg/ha	P ₂ O ₅		kg/ha	11.2	Superfosfato triple de Ca		kg/ha	0	g/planta
K ₂ O	127.2	kg/ha	K ₂ O		kg/ha	127.2	Sulfato de potasio		kg/ha	0	g/planta
MgO	21.5	kg/ha	MgO		kg/ha	21.5	Sulpomag		kg/ha	0	g/planta
CaO	232.0	kg/ha	CaO		kg/ha	232.0			kg/ha	0	g/planta

pH \rightarrow

Neutro

N \rightarrow

Bajo

K \rightarrow

Medio

Al⁺³+H⁺ \rightarrow P \rightarrow

Alto

Clase textural \rightarrow

F Arc Are

Distanciamiento \rightarrow

Observando los parámetros obtenidos en el análisis de suelo, se plantea dos tipos de fertilización a elegir, una orgánica y una química; se recomienda aplicar:

FERTILIZACIÓN ORGÁNICA		FERTILIZACIÓN QUÍMICA	
0.00	g de Guano de isla por planta	0.00	g de Fosfato diamónico por planta
0.00	g de Roca fosfórica por planta	0.00	g de Superfosfato triple de calcio por planta
0.00	g de Sulfato de Potasio por planta	0.00	g de Sulfato de potasio por planta
0.00	g de Sulpomag por planta	0.00	g de Sulpomag por planta
0.00		0.00	

Determinación de Coeficientes hídricos Tratamiento: A1B3

SOLICITANTE: WENDY KALENA FREITAS ISUIZA

PROVINCIA: LAMAS

DISTRITO: LAMAS

FECHA DE MUESTREO: 04/01/2020

FECHA DE REPORTE: 20/01/2020

A1B3

DETERMINACIÓN DE COEFICIENTES HÍDRICOS

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	Punto Marchitez PM=CC*0.74-5	Capacidad de Campo CC=(PF-PS)/PS*100	dr g/ml	dap g/ml	Agua Disponible (mm/m) AD=(CC-PM)*Dap*H/100	Velocidad de infiltración					% de Porosidad %P = (dr-dap)/dr*100
	% Arena	% Arcilla	% Limo							Tiempo (min)	Altura (H) (cm)	Variación Tiempo (min)	Variación Altura (cm)	VI cm/h Altura/Tiempo	
A1B3	50	26	24	F Arc Are	15	27	2.38	1.39	112.45	15	22	5	1.63	19.56	41.6

PF=732g

PS=568g

H= 75 cm

dr = densidad real

dap = densidad aparente

Análisis de suelo Tratamiento: A1B2

SOLICITANTE : WENDY KALENA FREITAS ISUIZA

FECHA DE MUESTREO: 04/01/2020

PROVINCIA: LAMAS

FECHA DE REPORTE: 20/01/2020

DISTRITO: LAMAS

TRATAMIENTO: **A1B2**

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes Cambiables (meq/100g)						% Sat. Bas	% Aci. Int
	% Arena	% Arcill	% Lim									Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³	Al ⁺³ +H ⁺		
A1B2	52	24	24	F Arc Are	6.93	141	2	0.1	38.56	156.25	11	8.96	1.1	0.4	0.1	0	0	100	0

pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	% M.O.	% N	P ppm	K ppm	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺	Al ⁺³	Al ⁺³ +H ⁺
6.931	141	2	0.09	38.56	156.25	8.96	1.12	0.14	0	0
Neutro	No hay problemas de sales	Bajo	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Bajo	Muy bajo		

d.a \rightarrow 1.4 t/m³

SOLICITANTE : WENDY KALENA FREITAS ISUIZA

PROVINCIA: LAMAS

Existencia en suelo				Balance		Reposición con fertilización orgánica mínima			
N	30.3	kg/ha	N	kg/ha	30.3	Guano de isla	kg/ha	0	g/planta
P ₂ O ₅	12.4	kg/ha	P ₂ O ₅	kg/ha	12.4	Superfosfat triple de Calcio	kg/ha	0	g/planta
K ₂ O	147.0	kg/ha	K ₂ O	kg/ha	147.0	Sulfato de potasio	kg/ha	0	g/planta
MgO	25.3	kg/ha	MgO	kg/ha	25.3	Sulpomag	kg/ha	0	g/planta
CaO	281.0	kg/ha	CaO	kg/ha	281.0		kg/ha	0	g/planta

Existencia en suelo				Balance		Reposición con fertilización química mínima			
N	30.3	kg/ha	N	kg/ha	30.3	Fosfato diamónico	kg/ha	0	g/planta
P ₂ O ₅	12.4	kg/ha	P ₂ O ₅	kg/ha	12.4	Superfosfato triple de Ca	kg/ha	0	g/planta
K ₂ O	147.0	kg/ha	K ₂ O	kg/ha	147.0	Sulfato de potasio	kg/ha	0	g/planta
MgO	25.3	kg/ha	MgO	kg/ha	25.3	Sulpomag	kg/ha	0	g/planta
CaO	281.0	kg/ha	CaO	kg/ha	281.0		kg/ha	0	g/planta

pH \rightarrow Neutro
 N \rightarrow Bajo K \rightarrow Medio Al⁺³+H⁺ \rightarrow
 P \rightarrow Alto Clase textural \rightarrow F Arc Are Distanciamiento \rightarrow

Observando los parámetros obtenidos en el análisis de suelo, se plantea dos tipos de fertilización a elegir, una orgánica y una química; se recomienda aplicar:

FERTILIZACIÓN ORGÁNICA		FERTILIZACIÓN QUÍMICA	
0.00	g de Guano de isla por planta	0.00	g de Fosfato diamónico por planta
0.00	g de Roca fosfórica por planta	0.00	g de Superfosfato triple de calcio por planta
0.00	g de Sulfato de Potasio por planta	0.00	g de Sulfato de potasio por planta
0.00	g de Sulpomag por planta	0.00	g de Sulpomag por planta
0.00		0.00	

Determinación de Coeficientes hídricos Tratamiento: A1B2

SOLICITANTE: WENDY KALENA FREITAS ISUIZA

PROVINCIA: LAMAS

DISTRITO: LAMAS

FECHA DE MUESTREO: 04/01/2020

FECHA DE REPORTE: 20/01/2020

A1B2

DETERMINACIÓN DE COEFICIENTES HÍDRICOS

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	Punto Marchitez PM=CC*0.74-5	Capacidad de Campo CC=(PF-PS)/PS*100	dr g/ml	dap g/ml	Agua Disponible (mm/m) AD=(CC-PM)*Dap*H/100	Velocidad de infiltración				% de Porosidad %P = (dr-dap)/dr*100	
	% Arena	% Arcilla	% Limo							Tiempo (min)	Altura (H) (cm)	Variación Tiempo (min)	Variación Altura (cm)		VI cm/h Altura/Tiempo
A1B2	52	24	24	F Arc Are	23.5	25	2.36	1.4	108	14	21	5	1.56	18.72	40.68

PF=732g

PS=568g

H= 75 cm

dr = densidad real

dap = densidad aparente

Análisis de suelo Tratamiento: A1B1

SOLICITANTE : WENDY KALENA FREITAS ISUIZA

FECHA DE MUESTREO: 4/01/2020

PROVINCIA: LAMAS

FECHA DE REPORTE: 20/01/2020

DISTRITO: LAMAS

TRATAMIENTO: **A1B1**

ENSAYO INICIAL

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH	C.E. $\mu\text{S/cm}$	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes Cambiables (meq/100g)						% Sat. Bas	% Aci. Int
	% Arena	% Arcill	% Lim									Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³	Al ⁺³ +H ⁺		
A1B1	53	19	28	F Are	6.94	166.3	2.3	0.1	36.23	145.23	8.9	7.56	0.9	0.4	0.2	0	0	100	0

pH	C.E. $\mu\text{S/cm}$	% M.O.	% N	P ppm	K ppm	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺	Al ⁺³	Al ⁺³ +H ⁺
6.943	166.3	2.3	0.1035	36.23	145.23	7.56	0.86	0.15	0	0
Neutro	No hay problemas de sales	Medio	Normal	Alto	Medio	Bajo	Muy bajo	Muy bajo		

d.a \rightarrow 1.44 t/m³

SOLICITANTE : WENDY KALENA FREITAS ISUIZA

PROVINCIA: LAMAS

Existencia en suelo				Balance		Reposición con fertilización orgánica mínima					
N	35.9	kg/ha	N		kg/ha	35.9	Guano de isla		kg/ha	0	g/planta
P ₂ O ₅	11.9	kg/ha	P ₂ O ₅		kg/ha	11.9	Superfosfat triple de Calcio		kg/ha	0	g/planta
K ₂ O	140.5	kg/ha	K ₂ O		kg/ha	140.5	Sulfato de potasio		kg/ha	0	g/planta
MgO	20.0	kg/ha	MgO		kg/ha	20.0	Sulpomag		kg/ha	0	g/planta
CaO	243.9	kg/ha	CaO		kg/ha	243.9			kg/ha	0	g/planta

Existencia en suelo				Balance		Reposición con fertilización química mínima					
N	35.9	kg/ha	N		kg/ha	35.9	Fosfato diamónico		kg/ha	0	g/planta
P ₂ O ₅	11.9	kg/ha	P ₂ O ₅		kg/ha	11.9	Superfosfato triple de Ca		kg/ha	0	g/planta
K ₂ O	140.5	kg/ha	K ₂ O		kg/ha	140.5	Sulfato de potasio		kg/ha	0	g/planta
MgO	20.0	kg/ha	MgO		kg/ha	20.0	Sulpomag		kg/ha	0	g/planta
CaO	243.9	kg/ha	CaO		kg/ha	243.9			kg/ha	0	g/planta

pH \rightarrow Neutro
 N \rightarrow Normal K \rightarrow Medio Al⁺³+H⁺ \rightarrow
 P \rightarrow Alto Clase textural \rightarrow F Are Distanciamiento \rightarrow

Observando los parámetros obtenidos en el análisis de suelo, se plantea dos tipos de fertilización a elegir, una orgánica y una química; se recomienda aplicar:

FERTILIZACIÓN ORGÁNICA		FERTILIZACIÓN QUÍMICA	
0.00	g de Guano de isla por planta	0.00	g de Fosfato diamónico por planta
0.00	g de Roca fosfórica por planta	0.00	g de Superfosfato triple de calcio por planta
0.00	g de Sulfato de Potasio por planta	0.00	g de Sulfato de potasio por planta
0.00	g de Sulpomag por planta	0.00	g de Sulpomag por planta
0.00		0.00	

Determinación de Coeficientes hídricos Tratamiento: A1B1

SOLICITANTE: WENDY KALENA FREITAS ISUIZA

PROVINCIA: LAMAS

DISTRITO: LAMAS

FECHA DE MUESTREO: 04/01/2020

FECHA DE REPORTE: 20/01/2020

A1B1

DETERMINACIÓN DE COEFICIENTES HÍDRICOS

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	Punto Marchitez PM=CC*0.74-5	Capacidad de Campo CC=(PF-PS)/PS*100	dr g/ml	dap g/ml	Agua Disponible (mm/m) AD=(CC-PM)*Dap*H/100	Velocidad de infiltración				% de Porosidad %P = (dr-dap)/dr*100	
	% Arena	% Arcilla	% Limo							Tiempo (min)	Altura (H) (cm)	Variación Tiempo (min)	Variación Altura (cm)		VI cm/h Altura/Tiempo
A1B1	53	19	28	F Arc Are	22	24.5	2.39	1.44	106.5	13.5	23	5	1.69	20.28	39.75

PF=732g

PS=568g

H= 75 cm

dr = densidad real

dap = densidad aparente

Análisis de suelo Tratamiento: A2B5

SOLICITANTE : WENDY KALENA FREITAS ISUIZA

FECHA DE MUESTREO: 04/01/2020

PROVINCIA: LAMAS

FECHA DE REPORTE: 20/01/2020

DISTRITO: LAMAS

TRATAMIENTO: A2B5

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	ClC	Cationes Cambiables (meq/100g)						% Sat. Bas	% Aci. Int
	% Arena	% Arcill	% Lim									Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³	Al ⁺³ +H ⁺¹		
A2B5	48	31	21	F Arc Are	6.9	139.4	2.1	0.1	51.2	173.26	13	10.2	1.9	0.4	0.2	0	0	100	0

pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	% M.O.	% N	P ppm	K ppm	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺	Al ⁺³	Al ⁺³ +H ⁺
6.901	139.36	2.1	0.0945	51.2	173.26	10.23	1.85	0.19	0	0
Neutro	No hay problemas de sales	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Bajo	Muy bajo		

d.a → 1.36 t/m³

SOLICITANTE : WENDY KALENA FREITAS ISUIZA

PROVINCIA: LAMAS

Existencia en suelo				Balance	Reposición con fertilización orgánica mínima				
N	30.9	kg/ha	N	kg/ha	30.9	Guano de isla	kg/ha	0	g/planta
P ₂ O ₅	15.9	kg/ha	P ₂ O ₅	kg/ha	15.9	Superfosfat triple de Calcio	kg/ha	0	g/planta
K ₂ O	158.3	kg/ha	K ₂ O	kg/ha	158.3	Sulfato de potasio	kg/ha	0	g/planta
MgO	40.6	kg/ha	MgO	kg/ha	40.6	Sulpomag	kg/ha	0	g/planta
CaO	311.6	kg/ha	CaO	kg/ha	311.6		kg/ha	0	g/planta

Existencia en suelo				Balance	Reposición con fertilización química mínima				
N	30.9	kg/ha	N	kg/ha	30.9	Fosfato diamónico	kg/ha	0	g/planta
P ₂ O ₅	15.9	kg/ha	P ₂ O ₅	kg/ha	15.9	Superfosfato triple de Ca	kg/ha	0	g/planta
K ₂ O	158.3	kg/ha	K ₂ O	kg/ha	158.3	Sulfato de potasio	kg/ha	0	g/planta
MgO	40.6	kg/ha	MgO	kg/ha	40.6	Sulpomag	kg/ha	0	g/planta
CaO	311.6	kg/ha	CaO	kg/ha	311.6		kg/ha	0	g/planta

pH →

Neutro

N →

Bajo

K →

Medio

Al⁺³+H⁺ →

P →

Alto

Clase textural →

F Arc Are

Distanciamiento →

Observando los parámetros obtenidos en el análisis de suelo, se plantea dos tipos de fertilización a elegir, una orgánica y una química; se recomienda aplicar:

FERTILIZACIÓN ORGÁNICA		FERTILIZACIÓN QUÍMICA	
0.00	g de Guano de isla por planta	0.00	g de Fosfato diamónico por planta
0.00	g de Roca fosfórica por planta	0.00	g de Superfosfato triple de calcio por planta
0.00	g de Sulfato de Potasio por planta	0.00	g de Sulfato de potasio por planta
0.00	g de Sulpomag por planta	0.00	g de Sulpomag por planta
0.00		0.00	

Determinación de Coeficientes hídricos Tratamiento: A2B5

SOLICITANTE : WENDY KALENA FREITAS ISUIZA

PROVINCIA: LAMAS

DISTRITO: LAMAS

FECHA DE MUESTREO: 04/01/2020

FECHA DE REPORTE: 20/01/2020

A2B5

DETERMINACIÓN DE COEFICIENTES HÍDRICOS

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	Punto Marchitez PM=CC*0.74-5	Capacidad de Campo CC=(PF-PS)/PS*100	dr g/ml	dap g/ml	Agua Disponible (mm/m) AD=(CC-PM)*Dap*H/100	Velocidad de infiltración					%de Porosidad %P = (dr-dap)/dr*100
	% Arena	% Arcilla	% Limo							Tiempo (min)	Altura (H) (cm)	Variación Tiempo (min)	Variación Altura (cm)	VI cm/h Altura/Tiempo	
A2B5	48	31	21	F Arc Are	23.3	25.3	2.4	1.36	105.32	12	22.5	5	1.64	19.68	44.03

PF=732g

PS=568g

H= 75 cm

dr = densidad real

dap = densidad aparente

Análisis de suelo Tratamiento: A2B4

SOLICITANTE : WENDY KALENA FREITAS ISUIZA

FECHA DE MUESTREO: 04/01/2020

PROVINCIA: LAMAS

FECHA DE REPORTE: 20/01/2020

DISTRITO: LAMAS

TRATAMIENTO: A2B4

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes Cambiables (meq/100g)						% Sat. Bas	% Aci. Int
	% Arena	% Arcill	% Lim									Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³	Al ⁺³ +H ⁺		
A2B4	51	30	19	F Arc Are	7.07	142.6	2.9	0.1	63.25	185.63	16	13.3	2	0.5	0.3	0	0	100	0

pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	% M.O.	% N	P ppm	K ppm	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺	Al ⁺³	Al ⁺³ + H ⁺
7.069	142.56	2.9	0.1305	63.25	185.63	13.25	2.01	0.25	0	0
Neutro	No hay problemas de sales	Medio	Normal	Alto	Medio	Normal	Normal	Muy bajo		

d.a → 1.37 t/m³

SOLICITANTE : WENDY KALENA FREITAS ISUIZA

PROVINCIA: LAMAS

Existencia en suelo				Balance	Reposición con fertilización orgánica mínima					
N	43.1	kg/ha	N	kg/ha	43.1	Guano de isla		kg/ha	0	g/planta
P ₂ O ₅	19.8	kg/ha	P ₂ O ₅	kg/ha	19.8	Superfosfat triple de Calcio		kg/ha	0	g/planta
K ₂ O	170.9	kg/ha	K ₂ O	kg/ha	170.9	Sulfato de potasio		kg/ha	0	g/planta
MgO	44.5	kg/ha	MgO	kg/ha	44.5	Sulpomag		kg/ha	0	g/planta
CaO	406.6	kg/ha	CaO	kg/ha	406.6			kg/ha	0	g/planta

Existencia en suelo				Balance	Reposición con fertilización química mínima					
N	43.1	kg/ha	N	kg/ha	43.1	Fosfato diamónico		kg/ha	0	g/planta
P ₂ O ₅	19.8	kg/ha	P ₂ O ₅	kg/ha	19.8	Superfosfato triple de Ca		kg/ha	0	g/planta
K ₂ O	170.9	kg/ha	K ₂ O	kg/ha	170.9	Sulfato de potasio		kg/ha	0	g/planta
MgO	44.5	kg/ha	MgO	kg/ha	44.5	Sulpomag		kg/ha	0	g/planta
CaO	406.6	kg/ha	CaO	kg/ha	406.6			kg/ha	0	g/planta

pH →

Neutro

N →

Normal

K →

Medio

Al⁺³ + H⁺ →

P →

Alto

Clase textural →

F Arc Are

Distanciamiento →

Observando los parámetros obtenidos en el análisis de suelo, se plantea dos tipos de fertilización a elegir, una orgánica y una química; se recomienda aplicar:

FERTILIZACIÓN ORGÁNICA		FERTILIZACIÓN QUÍMICA	
0.00	g de Guano de isla por planta	0.00	g de Fosfato diamónico por planta
0.00	g de Roca fosfórica por planta	0.00	g de Superfosfato triple de calcio por planta
0.00	g de Sulfato de Potasio por planta	0.00	g de Sulfato de potasio por planta
0.00	g de Sulpomag por planta	0.00	g de Sulpomag por planta
0.00		0.00	

Determinación de Coeficientes hídricos Tratamiento: A2B4

SOLICITANTE: WENDY KALENA FREITAS ISUIZA

PROVINCIA: LAMAS

DISTRITO: LAMAS

FECHA DE MUESTREO: 04/01/2020

FECHA DE REPORTE: 20/01/2020

A2B4

DETERMINACIÓN DE COEFICIENTES HÍDRICOS

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	Punto Marchitez PM=CC*0.74-5	Capacidad de Campo CC=(PF-PS)/PS*100	dr g/ml	dap g/ml	Agua Disponible (mm/m) AD=(CC-PM)*Dap*H/100	Velocidad de infiltración				% de Porosidad %P = (dr-dap)/dr*100	
	% Arena	% Arcilla	% Limo							Tiempo (min)	Altura (H) (cm)	Variación Tiempo (min)	Variación Altura (cm)		VI cm/h Altura/Tiempo
A2B4	51	30	19	F Arc Are	21.5	26.3	2.41	1.37	109.36	13.5	23	5	1.63	19.56	43.15

PF=732g

PS=568g

H= 75 cm

dr = densidad real

dap = densidad aparente

Análisis de suelo Tratamiento: A2B3

SOLICITANTE : WENDY KALENA FREITAS ISUIZA

FECHA DE MUESTREO: 04/01/2020

PROVINCIA: LAMAS

FECHA DE REPORTE: 20/01/2020

DISTRITO: LAMAS

TRATAMIENTO: **A2B3**

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH	C.E. $\mu\text{S/cm}$	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes Cambiables (meq/100g)						% Sat. Bas	% Ac. Int
	% Arena	% Arcill	% Lim									Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³	Al ⁺³ +H ⁺		
A2B3	49	26	25	F Arc Are	6.85	116.6	2.56	0.1	46.36	156.36	11	9.36	1.4	0.4	0.3	0	0	100	0

pH	C.E. $\mu\text{S/cm}$	% M.O.	% N	P ppm	K ppm	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺	Al ⁺³	Al ⁺³ +H ⁺
6.852	116.6	2.56	0.1152	46.36	156.36	9.36	1.35	0.25	0	0
Neutro	No hay problemas de sales	Medio	Normal	Alto	Medio	Bajo	Bajo	Muy bajo		

d.a \rightarrow 1.39 t/m³

SOLICITANTE : WENDY KALENA FREITAS ISUIZA

PROVINCIA: LAMAS

Existencia en suelo				Balance		Reposición con fertilización orgánica mínima					
N	38.6	kg/ha	N		kg/ha	38.6	Guano de isla		kg/ha	0	g/planta
P ₂ O ₅	14.8	kg/ha	P ₂ O ₅		kg/ha	14.8	Superfosfat triple de Calcio		kg/ha	0	g/planta
K ₂ O	146.1	kg/ha	K ₂ O		kg/ha	146.1	Sulfato de potasio		kg/ha	0	g/planta
MgO	30.3	kg/ha	MgO		kg/ha	30.3	Sulpomag		kg/ha	0	g/planta
CaO	291.4	kg/ha	CaO		kg/ha	291.4			kg/ha	0	g/planta

Existencia en suelo				Balance		Reposición con fertilización química mínima					
N	38.6	kg/ha	N		kg/ha	38.6	Fosfato diamónico		kg/ha	0	g/planta
P ₂ O ₅	14.8	kg/ha	P ₂ O ₅		kg/ha	14.8	Superfosfato triple de Ca		kg/ha	0	g/planta
K ₂ O	146.1	kg/ha	K ₂ O		kg/ha	146.1	Sulfato de potasio		kg/ha	0	g/planta
MgO	30.3	kg/ha	MgO		kg/ha	30.3	Sulpomag		kg/ha	0	g/planta
CaO	291.4	kg/ha	CaO		kg/ha	291.4			kg/ha	0	g/planta

pH \rightarrow Neutro
 N \rightarrow Normal K \rightarrow Medio Al⁺³+H⁺ \rightarrow
 P \rightarrow Alto Clase textural \rightarrow F Arc Are Distanciamiento \rightarrow

Observando los parámetros obtenidos en el análisis de suelo, se plantea dos tipos de fertilización a elegir, una orgánica y una química; se recomienda aplicar:

FERTILIZACIÓN ORGÁNICA		FERTILIZACIÓN QUÍMICA	
0.00	g de Guano de isla por planta	0.00	g de Fosfato diamónico por planta
0.00	g de Roca fosfórica por planta	0.00	g de Superfosfato triple de calcio por planta
0.00	g de Sulfato de Potasio por planta	0.00	g de Sulfato de potasio por planta
0.00	g de Sulpomag por planta	0.00	g de Sulpomag por planta
0.00		0.00	

Determinación de Coeficientes hídricos Tratamiento: A2B3

SOLICITANTE: WENDY KALENA FREITAS ISUIZA

PROVINCIA: LAMAS

DISTRITO: LAMAS

FECHA DE MUESTREO: 04/01/2020

FECHA DE REPORTE: 20/01/2020

A2B3

DETERMINACIÓN DE COEFICIENTES HÍDRICOS

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	Punto Marchitez PM=CC*0.74-5	Capacidad de Campo CC=(PF-PS)/PS*100	dr g/ml	dap g/ml	Agua Disponible (mm/m) AD=(CC-PM)*Dap*H/100	Velocidad de infiltración					% de Porosidad %P = (dr-dap)/dr*100
	% Arena	% Arcilla	% Limo							Tiempo (min)	Altura (H) (cm)	Variación Tiempo (min)	Variación Altura (cm)	VI cm/h Altura/Tiempo	
A2B3	49	26	25	F Arc Are	20	25.36	2.4	1.39	108.32	14.2	22.3	5	1.52	18.24	42.8

PF=732g

PS=568g

H= 75 cm

dr = densidad real

dap = densidad aparente

Análisis de suelo Tratamiento: A2B2

SOLICITANTE : WENDY KALENA FREITAS ISUIZA

FECHA DE MUESTREO: 04/01/2020

PROVINCIA: LAMAS

FECHA DE REPORTE: 20/01/2020

DISTRITO: LAMAS

TRATAMIENTO: A2B2

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes Cambiables (meq/100g)						% Sat. Bas	% Aci. Int
	% Arena	% Arcill	% Lim									Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³	Al ⁺³ +H ⁺¹		
A2B2	52	19	29	F Are	6.88	124.6	2.12	0.1	36.23	145.23	10	8.63	1.1	0.4	0.2	0	0	100	0

pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	% M.O.	% N	P ppm	K ppm	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺	Al ⁺³	Al ⁺³ +H ⁺
6.88	124.56	2.12	0.0954	36.23	145.23	8.63	1.1	0.19	0	0
Neutro	No hay problemas de sales	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Bajo	Muy bajo		

d.a → 1.44 t/m³

SOLICITANTE : WENDY KALENA FREITAS ISUIZA

PROVINCIA: LAMAS

Existencia en suelo				Balance		Reposición con fertilización orgánica mínima					
N	33.1	kg/ha	N		kg/ha	33.1	Guano de isla		kg/ha	0	g/planta
P ₂ O ₅	11.9	kg/ha	P ₂ O ₅		kg/ha	11.9	Superfosfat triple de Calcio		kg/ha	0	g/planta
K ₂ O	140.5	kg/ha	K ₂ O		kg/ha	140.5	Sulfato de potasio		kg/ha	0	g/planta
MgO	25.6	kg/ha	MgO		kg/ha	25.6	Sulpomag		kg/ha	0	g/planta
CaO	278.4	kg/ha	CaO		kg/ha	278.4			kg/ha	0	g/planta

Existencia en suelo				Balance		Reposición con fertilización química mínima					
N	33.1	kg/ha	N		kg/ha	33.1	Fosfato diamónico		kg/ha	0	g/planta
P ₂ O ₅	11.9	kg/ha	P ₂ O ₅		kg/ha	11.9	Superfosfato triple de Ca		kg/ha	0	g/planta
K ₂ O	140.5	kg/ha	K ₂ O		kg/ha	140.5	Sulfato de potasio		kg/ha	0	g/planta
MgO	25.6	kg/ha	MgO		kg/ha	25.6	Sulpomag		kg/ha	0	g/planta
CaO	278.4	kg/ha	CaO		kg/ha	278.4			kg/ha	0	g/planta

pH → Neutro
 N → Bajo K → Medio Al⁺³ + H⁺ →
 P → Alto Clase textural → F Are Distanciamientc →

Observando los parámetros obtenidos en el análisis de suelo, se plantea dos tipos de fertilización a elegir, una orgánica y una química; se recomienda aplicar:

FERTILIZACIÓN ORGÁNICA		FERTILIZACIÓN QUÍMICA	
0.00	g de Guano de isla por planta	0.00	g de Fosfato diamónico por planta
0.00	g de Roca fosfórica por planta	0.00	g de Superfosfato triple de calcio por planta
0.00	g de Sulfato de Potasio por planta	0.00	g de Sulfato de potasio por planta
0.00	g de Sulpomag por planta	0.00	g de Sulpomag por planta
0.00		0.00	

Determinación de Coeficientes hídricos Tratamiento: A2B2

SOLICITANTE: WENDY KALENA FREITAS ISUIZA

PROVINCIA: LAMAS

DISTRITO: LAMAS

FECHA DE MUESTREO: 04/01/2020

FECHA DE REPORTE: 20/01/2020

A2B2

DETERMINACIÓN DE COEFICIENTES HÍDRICOS

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	Punto Marchitez PM=CC*0.74-5	Capacidad de Campo CC=(PF-PS)/PS*100	dr g/ml	dap g/ml	Agua Disponible (mm/m) AD=(CC-PM)*Dap*H/100	Velocidad de infiltración					% de Porosidad %P = (dr-dap)/dr*100
	% Arena	% Arcilla	% Limo							Tiempo (min)	Altura (H) (cm)	Variación Tiempo (min)	Variación Altura (cm)	VI cm/h Altura/Tiempo	
A2B2	52	19	29	F Arc Are	19.35	26.3	2.43	1.44	106.32	13	21	5	1.32	15.84	40.7

PF=732g

PS=568g

H= 75 cm

dr = densidad real

dap = densidad aparente

Análisis de suelo Tratamiento: A2B1

SOLICITANTE : WENDY KALENA FREITAS ISUIZA
 PROVINCIA: LAMAS
 DISTRITO: LAMAS

FECHA DE MUESTREO: 04/01/2020
 FECHA DE REPORTE: 20/01/2020
 TRATAMIENTO: A2B1

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH	C.E. $\mu\text{S/cm}$	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes Cambiables (meq/100g)						% Sat. Bas.	% Aci. Inter.
	% Arena	% Arcilla	% Limo									Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³	Al ⁺³ +H ⁺¹		
A2B1	50	33	17	F Arci Are	6.9	119.4	2.56	0.1	52.36	165.89	14	12.4	1.3	0.4	0.2	0	0	100	0

pH	C.E. $\mu\text{S/cm}$	% M.O.	% N	P ppm	K ppm	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺	Al ⁺³	Al ⁺³ +H ⁺
6.904	119.36	2.56	0.1152	52.36	165.89	12.36	1.25	0.23	0	0
Neutro	No hay problemas de sales	Medio	Normal	Alto	Medio	Normal	Bajo	Muy bajo		

d.a \rightarrow 1.35 t/m³

SOLICITANTE : WENDY KALENA FREITAS ISUIZA

PROVINCIA: LAMAS

Existencia en suelo				Balance				Reposición con fertilización orgánica mínima			
N	37.4	kg/ha	N		kg/ha	37.4	Guano de isla		kg/ha	0	g/planta
P ₂ O ₅	16.2	kg/ha	P ₂ O ₅		kg/ha	16.2	Superfosfat triple de Calcio		kg/ha	0	g/planta
K ₂ O	150.5	kg/ha	K ₂ O		kg/ha	150.5	Sulfato de potasio		kg/ha	0	g/planta
MgO	27.3	kg/ha	MgO		kg/ha	27.3	Sulpomag		kg/ha	0	g/planta
CaO	373.8	kg/ha	CaO		kg/ha	373.8			kg/ha	0	g/planta

Existencia en suelo				Balance				Reposición con fertilización química mínima			
N	37.4	kg/ha	N		kg/ha	37.4	Fosfato diamónico		kg/ha	0	g/planta
P ₂ O ₅	16.2	kg/ha	P ₂ O ₅		kg/ha	16.2	Superfosfato triple de Ca		kg/ha	0	g/planta
K ₂ O	150.5	kg/ha	K ₂ O		kg/ha	150.5	Sulfato de potasio		kg/ha	0	g/planta
MgO	27.3	kg/ha	MgO		kg/ha	27.3	Sulpomag		kg/ha	0	g/planta
CaO	373.8	kg/ha	CaO		kg/ha	373.8			kg/ha	0	g/planta

pH \rightarrow Neutro
 N \rightarrow Normal K \rightarrow Medio Al⁺³+H⁺ \rightarrow
 P \rightarrow Alto Clase textural \rightarrow F Arci Are Distanciamiento \rightarrow

Observando los parámetros obtenidos en el análisis de suelo, se plantea dos tipos de fertilización a elegir, una orgánica y una química; se recomienda aplicar:

FERTILIZACIÓN ORGÁNICA		FERTILIZACIÓN QUÍMICA	
0.00	g de Guano de isla por planta	0.00	g de Fosfato diamónico por planta
0.00	g de Roca fosfórica por planta	0.00	g de Superfosfato triple de calcio por planta
0.00	g de Sulfato de Potasio por planta	0.00	g de Sulfato de potasio por planta
0.00	g de Sulpomag por planta	0.00	g de Sulpomag por planta
0.00		0.00	

Determinación de Coeficientes hídricos Tratamiento: A2B1

SOLICITANTE: WENDY KALENA FREITAS ISUIZA

PROVINCIA: LAMAS

DISTRITO: LAMAS

FECHA DE MUESTREO: 04/01/2020

FECHA DE REPORTE: 20/01/2020

A2B1

DETERMINACIÓN DE COEFICIENTES HÍDRICOS

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	Punto Marchitez	Capacidad de Campo	dr g/ml	dap g/ml	Agua Disponible (mm/m)	Velocidad de infiltración					% de Porosidad $\%P = (dr - dap) / dr * 100$
	% Arena	% Arcilla	% Limo							PM=CC*0.74-5	CC=(PF-PS)/PS*100	AD=(CC-PM)*Dap*H/100	Tiempo (min)	Altura (H) (cm)	
A2B1	50	33	17	F Arc Are	19.2	27	2.4	1.35	105.23	13	22	5	1.42	17.04	43.98

PF=732g

PS=568g

H= 75 cm

dr = densidad real

dap = densidad aparente