



Efecto de enmiendas orgánicas-minerales sobre el crecimiento y rendimiento del fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.)

*Effect of organic-mineral amendments on the growth and yield of beans
(Phaseolus vulgaris L.)*

Castro Delgado Noemí Isabel¹

Ing. Cuenca Tinoco Anabel del Carmen, Mg.²



0000-0003-2766-1020

¹ Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila, Ecuador noemytuflaquis97@hotmail.com

² Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila, Ecuador anabelcuenca@tsachila.edu.ec

Recepción: 21 de octubre de 2022

Aceptación: 30 de noviembre de 2022

Publicación: 28 de diciembre de 2022

Citación/como citar este artículo: Castro, N. y Cuenca, A. (2022). Efecto de enmiendas orgánicas-minerales sobre el crecimiento y rendimiento del fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.). Ideas y Voces, 2(3), 37-59.



Resumen

Las enmiendas orgánicas-minerales incrementan la productividad y mejora la calidad del cultivo. Esta investigación se realizó en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas. Los tratamientos fueron T1 humus + mashi, T2 humus + dolomita, T3 compost + mashi, T4 compost + dolomita, T5 gallinaza + mashi, T6 gallinaza + dolomita y los tratamientos testigos T7 químico y T8 absoluto. Se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) en arreglo factorial $A \times B + 2$ con 8 tratamientos, tres repeticiones. Las variables registradas fueron longitud radical, área foliar, peso seco, % de eficiencia, tasa relativa de crecimiento (TRC), tasa de asimilación neta (TAN), tasa de crecimiento del cultivo (TCC), índice de área foliar (IAF), relación de área foliar (RAF) a los 0, 15, 30, 45, 60 días después de la siembra. Las enmiendas compost + dolomita, humus + dolomita, incrementaron un rendimiento en 30 y 28 % respectivamente, en relación a los tratamientos testigo. Las enmiendas a base de compost + dolomita, seguido de humus + dolomita también mostraron la mayor TRC, TAN, TCC, IAF, RAF a partir de los 15-30-45-60 días después de la siembra.

Palabras clave

Enmiendas orgánicas-minerales, tratamiento testigo, área foliar

Abstract

Organic-mineral amendments increase productivity and improve crop quality. This research was carried out in the province of Santo Domingo de los Tsáchilas. The treatments were T1 humus + mashi, T2 humus + dolomite, T3 compost + mashi, T4 compost + dolomite, T5 chicken manure + mashi, T6 chicken manure + dolomite and the control treatments T7 chemical and T8 absolute. A Completely Random Block Design (DBCA) was used in factorial arrangement $A \times B + 2$ with 8 treatments, three repetitions. The recorded variables were root length, leaf area, dry weight, % efficiency, relative growth rate (TRC), net assimilation rate (TAN), crop growth rate (TCC), leaf area index (IAF), leaf area ratio (RAF) at 0, 15, 30, 45, 60 days after sowing. The compost + dolomite, humus + dolomite amendments increased yield by 30 and 28 % respectively, in relation to the control treatments. The amendments based on compost + dolomite, followed by humus + dolomite also showed the highest TRC, TAN, TCC, IAF, RAF from 15-30-45-60 days after sowing.

Keywords

Organic-mineral amendments, control treatment, leaf area

Introducción

En las diferentes zonas de producción, el frejol (*Phaseolus vulgaris* L.), constituye la principal fuente de proteína (18 a 25%) para la población de menores recursos económicos; en Ecuador el consumo de fréjol es de 2.6 kg por año el cual es muy inferior al consumo de otros países del área andina como Bolivia, que ocupa el primer lugar con 10 kg. por persona año. Por ser las leguminosas un aporte muy importante de proteínas para la alimentación diaria se debe proporcionar mayor esfuerzo y atención a este cultivo, con el fin de aumentar la productividad y así disponer de un alto contenido proteínico a un bajo costo (Unigarro, 2013).

Para mejorar la calidad de los suelos y disminuir la degradación y contaminación; se viene utilizando la aplicación de enmiendas como el yeso agrícola, compost enriquecido con EM y el humus de lombriz, creando grandes expectativas en este campo debido a que, por su alto contenido de materia orgánica, microorganismos, bacterias y micro elementos estos actúan sobre los cambios en la estabilidad estructural y aumentan la capacidad de almacenamiento de agua de los suelos enmendados (Damián et al., 2018).

Los suelos degradados resultan de la acción de múltiples procesos que ocasionan la pérdida o disminución de la productividad y afectan sus propiedades físicas, químicas y biológicas. La agricultura conlleva distintos sistemas de manejo que producen cambios físicos de la estructura en particular, mediante la formación de compactaciones. La pérdida de nutrientes, salinización, acidificación y la contaminación por fertilizantes y herbicidas, son indicadores de procesos de degradación química que sufren los suelos como consecuencia de variadas prácticas agrícolas (Damián et al., 2018).

Las enmiendas y abonos orgánicos calientan el suelo lo que le permite absorber con mayor facilidad los nutrientes. También mejora la estructura y textura del suelo

haciéndole más ligero a los suelos arcillosos y más compactos a los arenosos. También permite mejorar la permeabilidad del suelo ya que influye en el drenaje y aireación de éste. Aumenta la retención de agua en el suelo cuando llueve y contribuye a mejorar el uso de agua para riego por la mayor absorción del terreno; además, disminuye la erosión ya sea por efectos del agua o del viento (Delgado, 2017).

La superficie de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.), en Ecuador comprende 121 mil hectáreas, es un cultivo que aporta entre el 40 y 70% del ingreso familiar para el agricultor. El país consumía únicamente del 20% de la producción, mientras que el 80% restante se destinaba a la exportación hacia Colombia; actualmente el Gobierno ecuatoriano adquiere un 20% de la producción para sus programas de alimentación, lo que suma el 40% para el consumo nacional, (Ochoa, 2013). Las provincias que mayormente se dedican a la siembra y cosecha de esta leguminosa pertenece a la región Sierra, encontrándose este cultivo especialmente en las provincias de Carchi, Tungurahua, Imbabura, Loja, Pichincha y Azuay llegando a una altura que llega hasta los 2000 o 2,800 msnm, En la región Costa se destacan las provincias de Guayas y Los Ríos, y en la región Amazónica también presenta un 2% de la siembra de este cultivo. Este cultivo se ha adaptado a una alta variedad de clases de suelo, clima, manejo agronómico y sistemas de cultivos, ya sea como monocultivo o en asociaciones con otros cultivos, especialmente con maíz (45%) (Chuqui, 2017).

En la actualidad los suelos agrícolas, constituyen un valor vital de manejo y fertilización en el cultivo, para obtener una adecuada nutrición y producción. Ya que mediante la aplicación de enmiendas minerales y orgánicas permite el mejoramiento de los suelos con pH relativos para así alcanzar una excelente producción en dicho cultivo, al incrementar la fertilidad química aumenta la capacidad de intercambio catiónico y aniónico del suelo el exceso de cualquier elemento puede provocar bloqueos entre ellos

eso quiere decir que la planta puede dejar de absorber cualquier nutriente que exista en el suelo. Los suelos de Santo Domingo por lo general son considerados suelos ácidos y suelen presentar una baja disponibilidad de nutrientes, problema en el crecimiento radicular y esto conlleva una baja producción.

El fréjol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es uno de los productos más importantes en la alimentación humana. Además, se encuentra ampliamente distribuido en las regiones tropicales y subtropicales del mundo. El fréjol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es uno de los productos más importantes en la alimentación humana. Además, se encuentra ampliamente distribuido en las regiones tropicales y subtropicales del mundo. En la actualidad, la mayoría de las zonas aptas para la agricultura presentan problemas de salinización, ya sea por la condición natural del suelo o por acción antrópica.

El uso de enmiendas en el suelo, es necesaria para obtener altos rendimientos en las cosechas y con el abonamiento orgánico no siempre se logra obtenerlos, debido fundamentalmente a que los suelos de Santo Domingo son ácidos y, por lo general, deficientes en uno o más de los nutrientes esenciales para el crecimiento normal de las plantas. Los cultivos en las variedades de fríjol de elevado rendimiento intervienen paquetes tecnológicos que demanda el uso creciente de fertilizantes y plaguicidas sintéticos, incrementando los costos de producción. La seguridad alimentaria de los pequeños productores se ve ampliamente afectada y comprometida por esa dependencia. El uso de abonos orgánicos es una alternativa que puede proveer beneficios ecológicos y económicos a los productores de fríjol (*Phaseolus vulgaris* L.); además, es una tecnología versátil y adaptable de interés particular para las familias agrícolas de pocos recursos.

3.1. Metodología

3.1.1. Ubicación

La investigación se realizó en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, cantón Santo Domingo, parroquia Rio Verde y su ubicación geográfica es UTM X:699427.5 Y: 9966768.2.

3.1.2. Métodos y técnicas

La investigación se realizó a campo abierto en donde los factores que se estudiaron fueron:

3.1.2.1. Factor A (*Enmiendas orgánicas*)

- Humus de lombriz (1 t ha^{-1})
- Compost (1 t ha^{-1})
- Gallinaza (1 t ha^{-1})

3.1.2.2. Factor B (*Enmiendas minerales*)

- Mashi (1 t ha^{-1})
- Dolomita (1 t ha^{-1})

Los tratamientos utilizados se describen en la siguiente Tabla 1.

Tabla 1

*Tratamientos utilizados para determinar el efecto de enmiendas orgánicas-minerales sobre el crecimiento y rendimiento del frejol (*Phaseolus vulgaris* L.)*

Tratamientos	Simbología	Descripción
T1	HM	Humus + Mashi
T2	HD	Humus + Dolomita
T3	CM	Compost + Mashi
T4	CD	Compost + Dolomita
T5	GM	Gallinaza + Mashi
T6	GD	Gallinaza + Dolomita
T7	TQ	Testigo Químico (100 kg ha ⁻¹)
T8	TA	Testigo Absoluto

3.1.3. Diseño experimental

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) en arreglo factorial A x B + 2 con 8 tratamientos, tres repeticiones y 24 unidades experimentales.

3.1.4. Unidad experimental

La unidad experimental estuvo conformada de parcelas de 9 m² (3 x 3) donde los datos fueron registrados del centro de la parcela. A continuación, se muestra el esquema del ADEVA (Tabla 2).

Tabla 2

*Esquema de ADEVA utilizado para determinar el efecto de enmiendas orgánicas-minerales sobre el crecimiento y rendimiento del frejol (*Phaseolus vulgaris* L.)*

Fuentes de variación	Grados de libertad
Tratamientos	7
E. orgánicas	2
E. minerales	1
E. orgánicas x minerales	2
Testigo químico vs Tratamientos	1
Testigo absoluto vs tratamientos	1
Repeticiones	2
Error experimental	14
Total	23

3.1.5. Variables respuestas

3.1.5.1. Variables respuesta morfo-agronómicas

- **Altura de planta (cm):** Se realizó el primer registro de datos a los 15 días después de la siembra. Con ayuda de una cinta métrica se registró la altura de la planta desde la base del tallo hasta la altura del último trifolio.
- **Longitud de raíces (cm):** Se realizó al momento de la última cosecha, registrando el dato desde el nivel del cuello del tallo hasta el ápice de la masa radical con ayuda de una cinta métrica.
- **Número de vainas por planta:** Se registró al momento de la cosecha, contabilizando el total de vainas cosechadas por planta.
- **Peso de 100 vainas (g):** Se registró al momento de la última cosecha, donde se tomó al azar 100 vainas, a las cuales se les registró su peso mediante una balanza gramera.

- **Peso de 100 granos (g):** Se registró al momento de la última cosecha, donde se escogió al azar 100 granos a los cuales se les registrará su peso con una balanza gramera.
- **Rendimiento de granos por planta (g):** Se determinó los datos con el total de granos acumulados durante las cosechas realizadas con el apoyo de una balanza gramera.

3.1.5.2. Variables respuesta de crecimiento

Las variables de crecimiento se determinaron a los 0, 15, 30, 45, 60 días después de la emergencia del cultivo

- Tasa relativa de crecimiento $(\ln P_2 - \ln P_1) / (T_2 - T_1) = g \text{ g}^{-1} \text{ día}^{-1}$
- Tasa de crecimiento del cultivo $1/(AS) * [(P_2 - P_1)/(T_2 - T_1)] = g \text{ cm}^{-2} \text{ día}^{-1}$
- Tasa de asimilación neta $[(P_2 - P_1)/(T_2 - T_1)] * [(\ln AF_2 - \ln AF_1)/(AF_2 - AF_1)] = g \text{ cm}^{-2} \text{ día}^{-1}$
- Índice de área foliar $[(AF_2 + AF_1)/2] * (1/AS)$
- Relación de área foliar $[(AF_1/P_1) + (AF_2/P_2)]/2 = \text{cm}^{-2} * \text{peso}^{-1}$

Donde:

$\ln$ = logaritmo natural

P_1 = peso inicial

P_2 = peso final

T_1 = tiempo inicial

T_2 = tiempo final

AF_1 = área foliar inicial

AF_2 = área foliar final

AS = área del suelo

- **Peso seco:** Se realizó la toma de datos sometiendo las plantas colectadas al azar de las unidades experimentales a secado por 72 horas a 70°C.

- **Área foliar:** Se realizó la toma de datos con la técnica del sacabocado, donde se extraerán los cuadrantes con un área y peso conocido, luego se relacionan el área de cuadrantes con su peso y el peso total de las hojas de las plantas para obtener el área foliar de la planta en cm² o m², con la ayuda de una balanza gramera.
- **Rendimiento de grano (kg ha⁻¹)** = $\frac{Pa(100-Ha)}{(100-Hd)} \times \frac{1000 \text{ m}^2}{\text{área útil m}^2}$

3.1.6. Análisis estadístico

Los datos fueron sometidos a análisis de varianza (ADEVA) y la separación de medias con la prueba de Tukey al 5% de probabilidades de error. Además, se realizarán análisis de correlación y regresión.

3.1.7. Manejo específico del experimento

Se inició con la limpieza del área localizada de 32m x 12m, luego se balizó el área experimental, se realizó la respectiva remoción del suelo mediante un arado, se incorporó enmiendas orgánicas-minerales a los 6 tratamientos para mejorar el crecimiento y rendimiento del frejol (*Phaseolus vulgaris* L.). Se clasificó las semillas viables para realizar la siembra. Se aplicó el riego a todo el ensayo dependiendo de las necesidades del cultivo. El registro de datos se realizó a los 15, 30, 45 y 60 días. El control de malezas y plagas y enfermedades del cultivo, se realizó cuando el cultivo lo requería.

3.2. Resultados

3.2.1. Altura de planta, longitud de masa radical, peso seco radical

La aplicación de enmiendas orgánica y minerales no influenció ($p=0.8550$) en la altura de la planta, pero si influenció significativamente ($p=0.0005$) en la longitud de masa radical, donde el tratamiento Compost + Dolomita obtuvo el mayor valor con 21.11 cm,

en comparación al tratamiento testigo absoluto que alcanzó 18.57 cm de longitud de masa y en el caso del testigo químico, este alcanzó 20.33 cm manteniéndose por debajo de los tratamientos con Dolomita y superando a los demás tratamientos. Así mismo influyó significativamente para el peso seco radical, el tratamiento Humus + Dolomita con un valor de 2.11 g, en relación al testigo absoluto que alcanzó 1.10 g y el testigo químico que obtuvo un peso de 1.51 g, al igual que la variable anterior todos los tratamientos con Dolomita fueron superiores a los testigos (Tabla 3), esto podría indicar que la longitud de la masa radical y el peso seco radical está influenciada por la aplicación de la Dolomita.

Tabla 3

Influencia de la aplicación de enmiendas orgánica y minerales sobre la altura de la planta, longitud de masa y peso seco radical en el crecimiento y rendimiento del frejol.

Enmiendas	Altura de planta (cm)	Longitud de masa radical (cm)	Peso seco radical (g)
Humus + Mashi	23,22	19,67 bc	1,35 ab
Humus + Dolomita	24,22	21,15 ab	2,11 a
Compost + Mashi	24,44	19,34 bc	1,19 b
Compost + Dolomita	24,89	22,11 a	1,79 ab
Gallinaza + Mashi	25,00	20,22 abc	1,26 b
Gallinaza + Dolomita	25,22	20,90 ab	1,59 ab
Testigo Químico	25,55	20,33 abc	1,51 ab
Testigo Absoluto	25,89	18,57 c	1,10 b
C.V. %	8,75	3,34	18,31
p-valor ANOVA	0,8550 ^{NS}	0,0005**	0,0071**

CV: Coeficiente de variación; NS: No significativa; **: Altamente significativa

Lo anterior es posible que se deba a que la nutrición de cultivos es un eje central en la producción agrícola. Sin embargo, en ocasiones las adiciones de fertilizantes no corresponden a las condiciones edáficas del área de cultivo, ni a los requerimientos por parte de la planta; este inadecuado manejo de la fertilidad degrada el suelo, disminuye el rendimiento y aumenta los costos de producción. Una alternativa para conservar los

suelos, es la aplicación de enmiendas orgánicas, las cuales aumentan la disponibilidad de nutrientes y dan lugar a la recuperación de suelos, (Bautista et al., 2017).

3.2.2. Peso seco y área foliar

El peso seco fue influenciado significativamente ($p=0.0260$) por los tratamientos de enmiendas probados, donde la enmienda a base de compost + dolomita alcanzó el mayor rendimiento de grano con 31.90 g, seguido por el humus + dolomita 30.45 g, esto en relación al tratamiento absoluto que tan solo alcanzó 22.11 g (Tabla 4) y el en caso del testigo químico este alcanzó el 24.69 g manteniéndose por debajo de los tratamientos con dolomita y gallinaza + mashi; las enmiendas humus + mashi, compost + mashi se mantienen por debajo del testigo químico y el testigo absoluto.

El área foliar fue significativamente ($p=0.0114$) por el tratamiento Compost + Dolomita alcanzó un porcentaje sumamente mayor en el área foliar con 1919.10 cm², a relación al tratamiento absoluto que alcanzó 964.48 en cm², el testigo químico se mantiene por debajo de las aplicaciones de dolomita con 1636.74. Según, Calva y Espinoza (2017) en su investigación observan que la utilización de dolomita produjo la mayor cantidad de biomasa, cuando la biomasa se homogeniza a un mismo porcentaje de humedad con el secado se observa que la mejor respuesta continuó obteniéndose con la utilización de dolomita.

Tabla 4

Influencia de la aplicación de enmiendas orgánica y minerales sobre peso seco y área foliar, longitud de masa y peso seco radical en el crecimiento y rendimiento del frejol.

Enmiendas	Peso seco (g)	Área foliar (cm ²)
Humus + Mashi	25,04 ab	1186,31 ab
Humus + Dolomita	30,45 ab	1733,32 ab
Compost + Mashi	24,56 ab	1353,52 ab
Compost + Dolomita	31,90 a	1919,10 a
Gallinaza + Mashi	25,82 ab	1186,72 ab
Gallinaza + Dolomita	28,25 ab	1665,68 ab
Testigo Químico	24,69 ab	1636,74 ab
Testigo Absoluto	22,11 b	964,48 b
C.V. %	11,79	19,32
p-valor ANOVA	0,0260 *	0,0114*

CV: Coeficiente de variación; *: Significativa

3.2.3. Número de vainas planta⁻¹, peso de 100 vainas y peso de 100 granos

Como se muestra en la Tabla 5, fue altamente significativa ($p=0.0001$) en los tratamientos probados. El compost y la dolomita tuvieron presentaron 14.42 vainas planta⁻¹, seguido humus + dolomita con 13.33 y en peso de 100 granos fue altamente ($p=0.0001$) significativo con el tratamiento humus + dolomita 70.00 g, seguido de compost + dolomita con 68.33, en el testigo químico se obtuvo 65.00 g, mismo que está por debajo de compost + dolomita, humus+ dolomita. El peso de las 100 vainas fue significativo ($p=0.027$) por el tratamiento humus + dolomita 259.33 g. Con relación del testigo absoluto con 228.33, el testigo químico se mantiene por debajo de las aplicaciones por la dolomita. Los anteriores resultados no coinciden con lo afirmado por Pupiales (2008), donde el número de vainas por planta y peso de granos no vario entre los

tratamientos orgánicos e inorgánicos, pero si concuerda que los menores valores en vainas por planta se obtuvieron con el tratamiento testigo sin fertilización orgánica e inorgánica.

Tabla 5

Influencia de la aplicación de enmiendas orgánica y minerales sobre número de vainas planta⁻¹ y Peso de 100 vainas (g), Peso de 100 granos (g) en el crecimiento y rendimiento del frejol.

Enmiendas	N° de vainas planta ⁻¹	Peso de 100 vainas (g)	Peso de 100 granos (g)
Humus + Mashi	10,78 cd	243,33 ab	63,33 ab
Humus + Dolomita	13,33 ab	259,33 a	70,00 a
Compost + Mashi	11,22 bcd	235,00 ab	61,67 ab
Compost + Dolomita	14,42 a	256,67 ab	68,33 a
Gallinaza + Mashi	12,45 abc	243,33 ab	58,33 bc
Gallinaza + Dolomita	12,33 abc	243,33 ab	61,67 ab
Testigo Químico	12,44 abc	253,33 ab	65,00 ab
Testigo Absoluto	9,78 d	228,33 b	50,00 c
C.V. %	6,12	4,14	4,68
p-valor ANOVA	0,0001**	0,027*	0,0001**

CV: Coeficiente de variación; *: Significativa; **: Altamente significativa

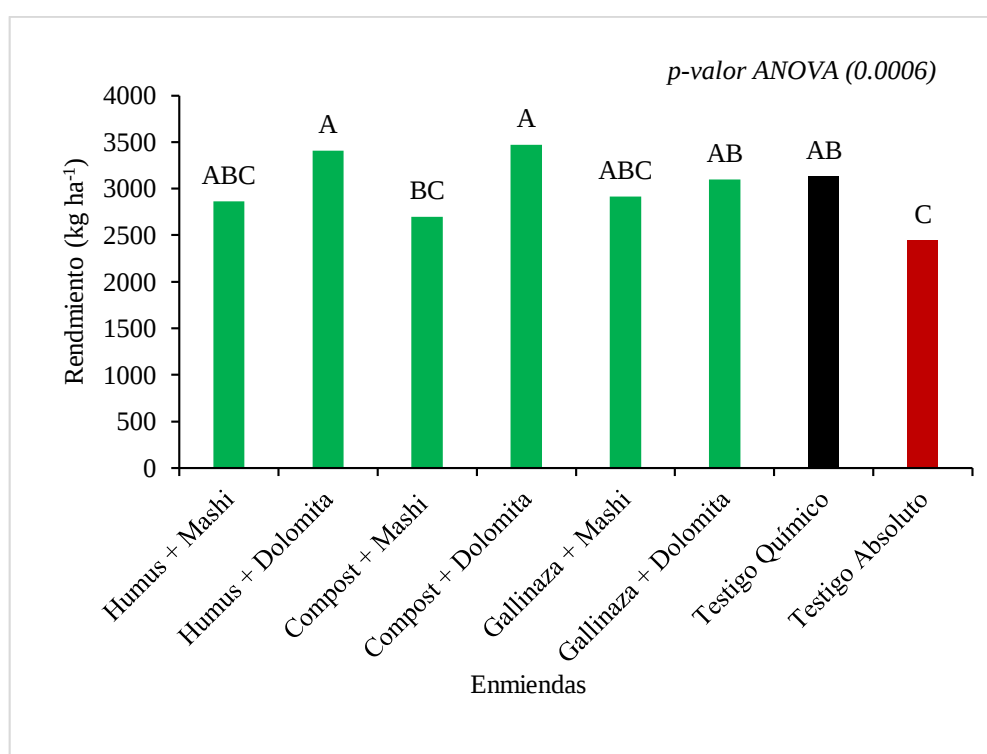
3.2.4. Rendimiento del grano

El rendimiento de grano fue influenciado significativamente ($p=0.0006$) por los tratamientos de enmiendas probados (Figura 1), donde las enmiendas a base de humus + dolomita y compost + dolomita alcanzaron el mayor rendimiento de grano con 3407 y 3473 kg ha⁻¹ de grano, esto en relación al testigo absoluto que tan solo alcanzó 2444 kg ha⁻¹ de granos (Figura 1). Las enmiendas compost + mashi, gallinaza + mashi, humus + mashi y el testigo químico alcanzaron rendimiento promedio de 2700, 2917, 2863 y 3133 kg ha⁻¹ de granos, respectivamente. En orden creciente las enmiendas compost + dolomita, humus + dolomita, testigo químico, gallinaza + dolomita, gallinaza + mashi,

humus + mashi y compost + mashi, incrementaron en rendimiento en 30, 28, 22, 21, 16, 15 y 10%, respectivamente, en relación a los tratamientos testigo. En este sentido concuerda con lo expuesto por Tosquy et al., (2008) indican que, con la aplicación de la dolomita en diferentes variedades de fréjol, obtuvieron el rendimiento de grano mayor y fueron estadísticamente superiores al resto, incluidos los testigos que fueron los menos productivos.

Figura 1

Influencia de la aplicación de enmiendas orgánicas y minerales en el rendimiento de grano.



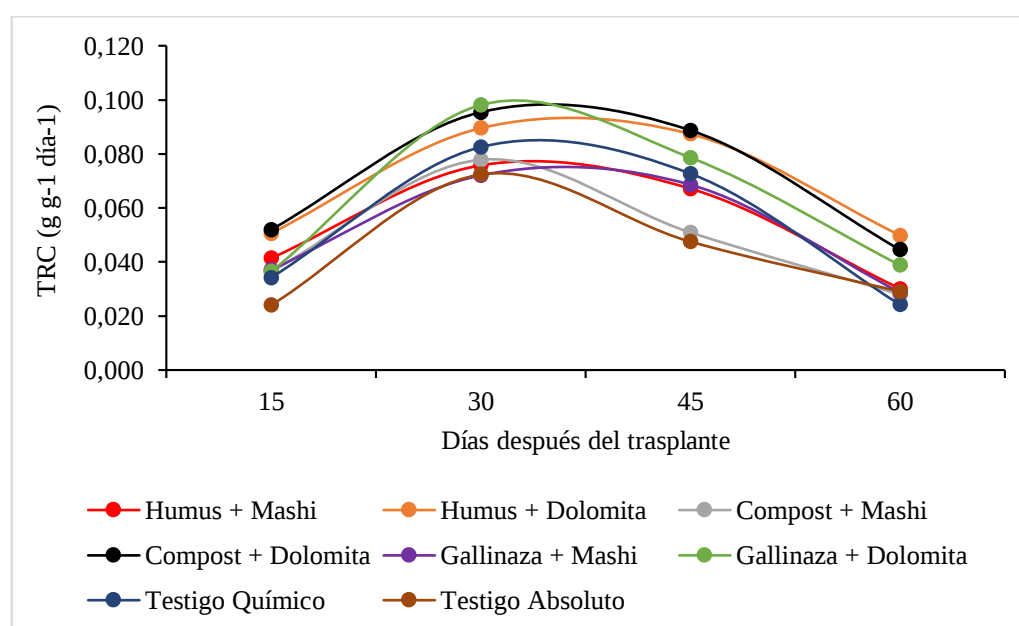
3.2.5. Tasa relativa de crecimiento

En la Figura 2, muestra que a los 15 días después de la siembra las enmiendas compost + dolomita y humus + dolomita alcanzaron la mayor tasa relativa de crecimiento con 0.052 y 0.051 g g⁻¹ día⁻¹, a los 30 días se obtuvo una mayor tasa relativa de crecimiento en gallinaza + dolomita y compost + dolomita con 0.098 y 0.095 g g⁻¹ día⁻¹, a los 45 días

se obtuvo una mayor tasa relativa de crecimiento compost + Dolomita y humus + dolomita con 0.089 y $0.087 \text{ g g}^{-1} \text{ día}^{-1}$, la menor tasa relativa de crecimiento fue el testigo absoluto $0.048 \text{ g g}^{-1} \text{ día}^{-1}$. A los 60 días se obtuvo una mayor tasa relativa de crecimiento de humus + dolomita y compost + dolomita con 0.050 y $0.045 \text{ g g}^{-1} \text{ día}^{-1}$. Esto en relación al testigo absoluto que tan solo alcanza a los 15 días $0.024 \text{ g g}^{-1} \text{ día}^{-1}$, 30 días $0.072 \text{ g g}^{-1} \text{ día}^{-1}$, 45 días $0.048 \text{ g g}^{-1} \text{ día}^{-1}$ y a los 60 días $0.029 \text{ g g}^{-1} \text{ día}^{-1}$. En caso del testigo químico este alcanza 15, 30, 45, 60 días un promedio de $0.034, 0.083, 0.073$ y $0.024 \text{ g g}^{-1} \text{ día}^{-1}$.

Figura 2

Influencia de la aplicación de enmiendas orgánica y minerales en la tasa relativa de crecimiento



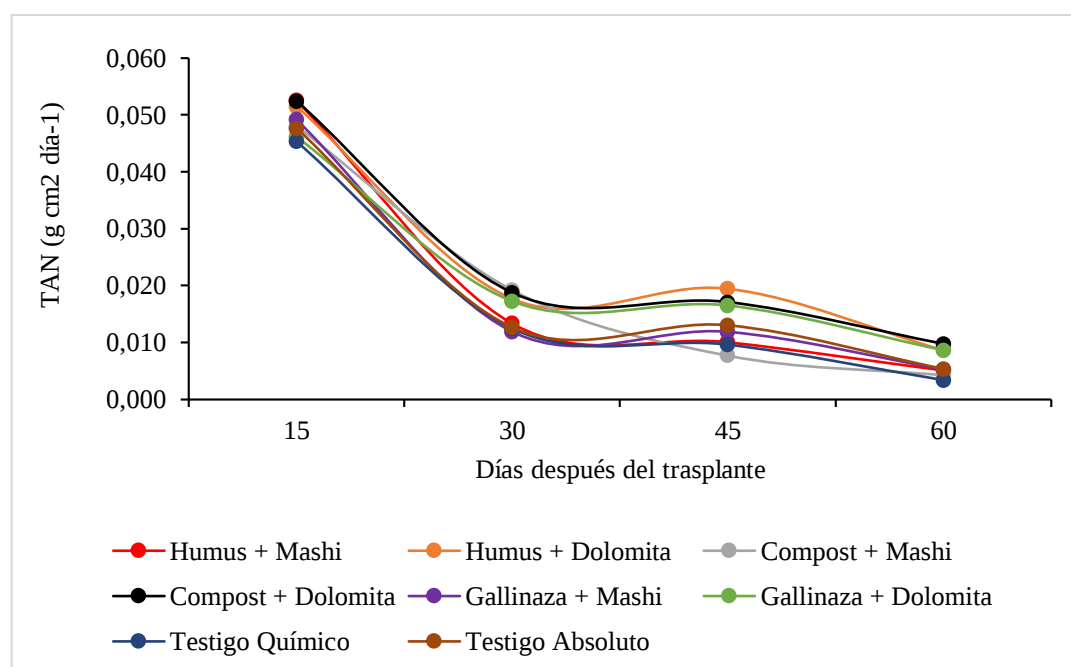
3.2.6. Tasa de asimilación neta

En la Figura 3, se muestra que a los 15 días después de la siembra las enmiendas a base de humus + mashí y compost + dolomita alcanzaron la mayor tasa de asimilación neta con 0.053 y $0.052 \text{ g cm}^2 \text{ día}^{-1}$, seguido de humus + dolomita $0.051 \text{ g cm}^2 \text{ día}^{-1}$, esto en relación al tratamiento químico y absoluto que tan solo alcanzaron 0.045 y $0.048 \text{ g cm}^2 \text{ día}^{-1}$. Al día 30 se obtuvo una mayor tasa de asimilación neta con compost + mashí y

compost + dolomita de $0.019 \text{ g cm}^2 \text{ día}^{-1}$, seguido del humus +dolomita $0.018 \text{ g cm}^2 \text{ día}^{-1}$, la menor tasa de asimilación neta fue el testigo químico y gallinaza + mashi con un $0.013 \text{ g cm}^2 \text{ día}^{-1}$, el día 45 se obtuvo una mayor tasa de asimilación neta de humus + dolomita y compost + dolomita con 0.019 y $0.017 \text{ g cm}^2 \text{ día}^{-1}$, la menor tasa de asimilación neta fue compost + mashi $0.008 \text{ g cm}^2 \text{ día}^{-1}$, seguido del testigo químico y absoluto con 0.010 y $0.013 \text{ g cm}^2 \text{ día}^{-1}$. Al día 60 se obtuvo una mayor tasa de asimilación neta compost + dolomita, seguido del humus + dolomita y gallinaza + dolomita con 0.010 y $0.009 \text{ g cm}^2 \text{ día}^{-1}$, mientras que el testigo químico, absoluto y compost + mashi obtuvimos una menor tasa de asimilación neta de 0.003 , 0.005 y $0.004 \text{ g cm}^2 \text{ día}^{-1}$.

Figura 3

Influencia de la aplicación de enmiendas orgánica y minerales en la tasa de asimilación neta.



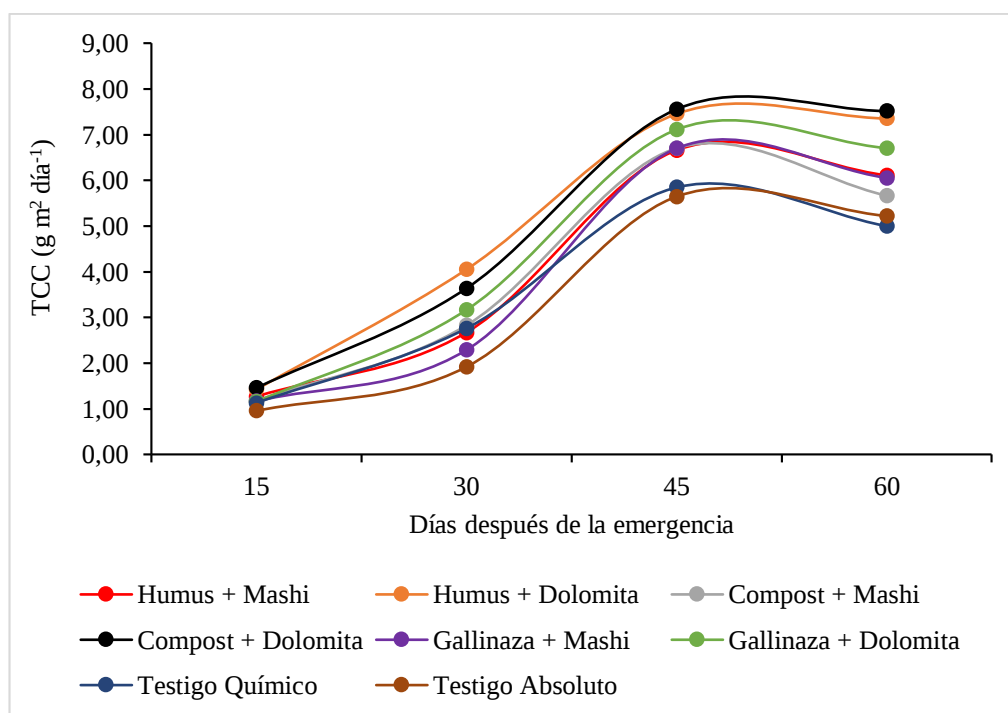
3.2.7. Tasa de crecimiento del cultivo

La Figura 4, muestra que a los 15 días después de la siembra las enmiendas a base de compost + dolomita y humus + dolomita alcanzaron el mayor crecimiento del cultivo con

1.46 y 1.43 g m² día⁻¹, esto en relación al tratamiento el menor valor fue el testigo absoluto, químico y gallinaza + dolomita 0.96, 1.13, y 1.15 g m² día⁻¹. Al día 30 se obtuvo el mayor crecimiento en el cultivo en los diferentes tratamientos compost +dolomita y humus + dolomita de 4.64 y 4.06 g m² día⁻¹, el tratamiento que presento la menor tasa de crecimiento en el cultivo fue el testigo absoluto y químico con 1.92 y 2.72 g m² día⁻¹. El día 45 se obtuvo una mayor tasa de crecimiento del cultivo con compost + dolomita y humus + dolomita con 7.56 y 7.46, el testigo absoluto y químico obtuvo la menor tasa de crecimiento en el cultivo 5.65 y 5.85 g m² día⁻¹. Al día 60 tenemos una mayor tasa de crecimiento del cultivo en los tratamientos compost + dolomita y humus + dolomita con 7.52 y 7.36 g m² día⁻¹, el testigo químico seguido del absoluto obtuvo una menor tasa de crecimiento del cultivo de 5.00 y 5.22 g m² día⁻¹

Figura 4

Influencia de la aplicación de enmiendas orgánica y minerales en la tasa de crecimiento del cultivo

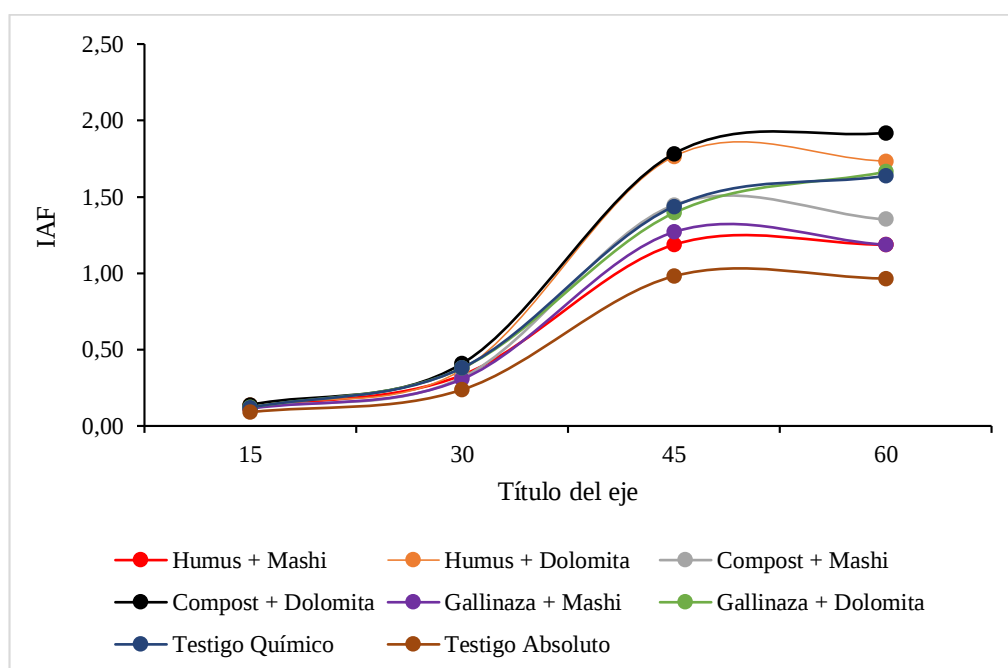


3.2.8. Índice de área foliar

La Figura 5, muestra que a los 15 días después de la siembra las enmiendas a base de compost + dolomita y humus + dolomita alcanzaron el mayor índice de área foliar con 0.14, seguido del compost + mashi, gallinaza + dolomita y testigo químico de 0.12, esto en relación al tratamiento testigo absoluto que obtuvo el menor valor 0.09. Al día 30 obtuvimos un alto nivel de compost +dolomita, seguido de la gallinaza + dolomita y testigo químico con un valor de 0.41 y 0.38 para los dos últimos, el más bajo fue el testigo químico con un valor de 0.41 y 0.38 para los dos últimos, el más bajo fue el testigo absoluto 0.24. El día 45 obtuvimos un alto índice de área foliar con el tratamiento compost + dolomita y humus + dolomita con 1.78 y 1.76, siguiendo del compost + mashi y testigo químico 1.45 y 1.44, el menor resultado fue el testigo absoluto 0.98. Al día 60 tenemos un alto nivel de índice de área foliar en compost + dolomita y humus + dolomita con 1.92 y 1.73, seguido de la gallinaza + dolomita y testigo químico 1.67 y 1.64, el testigo absoluto obtuvo el menor índice de área foliar de 0.9.

Figura 5

Influencia de la aplicación de enmiendas orgánica y minerales en el Índice de área foliar

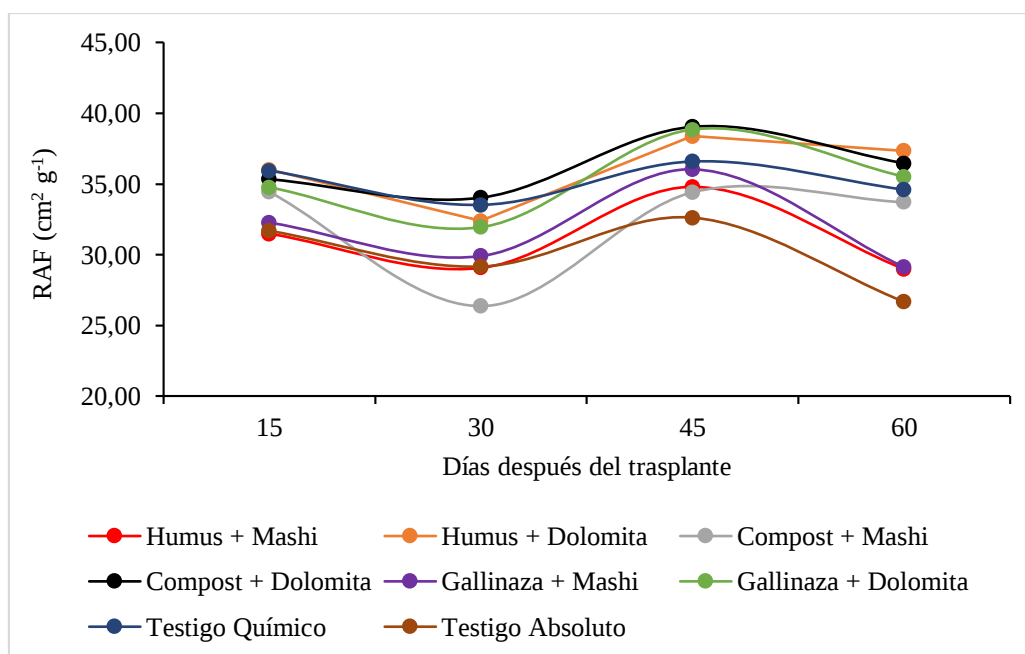


3.2.9. Relación de área foliar

La Figura 6, muestra que a los 15 días después de la siembra las enmiendas a base de humus + dolomita, testigo químico y compost + dolomita alcanzaron la mayor relación de área foliar con 36.01 , 35.94 y $35.34 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$, el valor menor fue el humus + mashi y el testigo absoluto con 31.49 y $31.69 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$. Al día 30 relación de área foliar mostro sus niveles más altos compost +dolomita y testigo químico 34.04 y $33.53 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$, el más bajo fue el compost + mashi $26.37 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$, seguido del humus + mashi y el testigo absoluto con un valor de 29.08 y $29.17 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$, el día 45 obtuvo una mayor relación de área foliar de compost + dolomita, gallinaza + dolomita, humus + dolomita y testigo químico con 39.05 , 38.84 , 38.38 y $36.59 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$, el testigo absoluto apenas alcanzó $32.62 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$. Al día 60 la relación de área foliar obtuvo el mayor valor el humus + dolomita y compost+ dolomita con 37.34 y $36.47 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$, mientras que el testigo absoluto obtuvo un menor resultado $26.68 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$.

Figura 6

Influencia de la aplicación de enmiendas orgánica y minerales en la relación de área foliar



Se manifiesta que en las Figura 1, 2, 3,4, 5 y 6, es importante resaltar que la adición de enmiendas orgánicas influye positivamente en las propiedades físicas de los suelos facilitando la penetración de raíces. La combinación del compost junto al fertilizante inorgánico mejoró significativamente las propiedades del suelo como el pH, acidez intercambiable, fósforo disponible, materia orgánica, así como las concentraciones de elementos nutritivos en plantas (Daza, 2014). La dosis de humus con mejores resultados en cuanto al rendimiento, componentes del rendimiento, Se describe al humus rico en enzimas y fitohormonas que regulan y estimulan el crecimiento de cada uno de sus órganos, posee macro y micro elementos en cantidades cinco veces superiores a la de cualquier terreno fértil, mejora las propiedades físico-químicas y biológicas del suelo, favorece la asimilación inmediata de los nutrientes minerales por las plantas, además de permitir la aireación, permeabilidad, retención de la humedad y disminución de la compactación del suelo (Pupiro et al., 2004).

Al aplicar la enmienda con dolomita ayuda a la mayor producción del número de flores, número de vainas, número total de granos y peso de granos incrementando así la producción del cultivo de frijol, (Gala, 2018). Para el cultivo del fréjol se estimaron incrementos significativos ($p < 0.05$) en la altura de la planta del 23 %, 21 % en el ancho de la hoja, 67 % en el número de vainas y un 50 % en los rendimientos en granos con la aplicación de compost, (Gómez *et al.*, 2008). En el peso de 100 granos existió diferencia significativa, las semillas del tratamiento con compost lograron mayor peso, con respecto al control. Mientras que la combinación de compost + micorriza tuvo mayor número de legumbres por planta; el tratamiento de fertilizante + compost + micorriza fue el que tuvo mayor número de granos por legumbre (Mejía, 2016).

3.3. Conclusiones

- Las enmiendas orgánicas-minerales fueron efectivas promoviendo el crecimiento y rendimiento de la planta de fréjol. En orden creciente las enmiendas compost + dolomita, humus + dolomita, testigo químico, gallinaza + dolomita, gallinaza + mashi, humus + mashi y compost + mashi, incrementaron en rendimiento en 30, 28, 22, 21, 16, 15 y 10%, respectivamente, en relación a los tratamientos testigo.
- Las enmiendas orgánicas fueron influenciadas en su efecto por las enmiendas minerales siendo, la dolomita la que presentó los mejores resultados como fue el caso del compost + dolomita y humus + dolomita, mostrando mayor efectividad sobre el crecimiento y rendimiento del fréjol.

3.4. Bibliografía

- Bautista, D., Cavarro, C., Cáceres, J. y Buitagro, S. (2017). Efecto de la fertilización edáfica en el crecimiento y desarrollo de *Phaseolus vulgaris* cv. ICA Cerinza. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, XI(1), 122-132. Obtenido de <file:///C:/Users/ANABEL/Downloads/Articulo%203.pdf>
- Calva, C. y Espinosa, J. (2017). Efecto de la aplicación de cuatro materiales de encalado en control de la acidez de un suelo de Loreto, Orellana. *Siembra* 4, 110-120.
- Chuqui, D. (2017). Efecto del control de maleza y su impacto en la producción del cultivo del fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.). Machala: Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias Carrera de Ingeniería Agronómica. Obtenido de http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/11344/1/DE00006_EXAMENCOMPLEXIVO.pdf

- Damián, M., Gonzáles, F., Quiñones, P. y Terán, J. (2018). Plan de enmiendas, yeso agrícola, compost mejorado y enriquecido con EM y humus de lombriz, para mejorar el suelo. *Arandoa*, 141-158. Obtenido de <http://www.scielo.org.pe/pdf/arnal/v25n1/a09v25n1.pdf>
- Delgado, D. (2017). Aplicación de enmiendas organicas para la recuperación de propiedades físicas del suelo asociadas a la erosión hídrica. *Lámpsakos*(17), 77-82. Obtenido de <file:///C:/Users/ANABEL/Downloads/Dialnet-AplicacionDeEnmiendasOrganicasParaLaRecuperacionDe-6124531.pdf>
- Gala, R. (2018). Efecto de enmiendas en un suelo ácido con cultivo de *Phaseolus vulgaris* L., variedad norteño - Satipo. Satipo: Facultad de Ciencias Agrarias. Obtenido de <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCPC/4880/Ricse%20%20%20Gala.pdf?sequence=1>
- Gómez, R., Lázaro, G. y León, J. (2008). Producción de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y rábano (*Rhabanus sativus* L.) en huertos biointensivos en el trópico húmedo de Tabasco. *Universidad y Ciencias Trópico Humedo*, 11-20. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/uc/v24n1/v24n1a2.pdf>
- Mejía, K. (2016). La fertilización mineral, orgánica y biológica sobre la producción de frijol común en Santa Rosa de Copán. *Ciencia y Tecnología*(19). Obtenido de <file:///C:/Users/pc/Downloads/4280-Texto%20del%20art%C3%ADculo-14498-1-10-20170610.pdf>
- Ochoa, T. (2013). Cultivo de fréjol cuarenton en el Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/3501/1/tesis%20final%20Emilio%20Ochoa%20T..pdf>

- Pupiales, H., Pupiales, J. y Silva, A. (2008). Respuesta del frijol lima (*Phaseolus vulgaris* L.) a la aplicación de abono orgánico a base de residuos sólidos de fique, tambo, departamento de Nariño, Colombia. *Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas*.
- Pupiro, A., Vilches, E., Núñez, E., Gómez, J., Báez y León. (2004). Efecto de humus de lombriz en el rendimiento y las principales plagas insectiles en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Cultivos Tropicales*, XXV(1), 89-95. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193230179015.pdf>
- Tosquy, O., López, E., Zetina, R., Ugalde, F., Villar, B. y Cumpián, J. (2008). Selección de genotipos de frijol con adaptación a suelos ácidos. *Terra Latinoamericana*, 227-233. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v26n3/v26n3a4.pdf>
- Unigarro. (2013). Cultivo de fréjol cuarenton en Ecuador. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/49000/463/8/T-UTB-FACIAG-AGR-000078.02.pdf>