

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE AGROSILVO PASTORIL
ESCUELA ACADÉMICO - PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



TESIS

**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE CUATRO DOSIS DE
FERTILIZANTE ORGÁNICO ENRIQUECIDO CON
MICROORGANISMOS EFICIENTES (FERTI EM) EN EL
RENDIMIENTO DE GRANO SECO DEL FRIJOL TREPADOR
(*Phaseolus vulgaris*) VARIEDAD HUASCA POROTO
EN EL DISTRITO DE LAMAS**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

DIEGO GOIGOCHEA PINCHI

TARAPOTO - PERÚ

2015

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE AGROSILVO PASTORÍL
ESCUELA ACADÉMICO-PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



TESIS

**EFECTO DE LA APLICACION DE CUATRO DOSIS DE
FERTILIZANTE ORGANICO ENRIQUECIDO CON
MICROORGANISMOS EFICIENTES (FERTI EM) EN EL
RENDIMIENTO DE GRANO SECO DEL FRIJOL TREPADOR
(*Phaseolus vulgaris*) VARIEDAD HUASCA POROTO EN EL
DISTRITO DE LAMAS**

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

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:
DIEGO GOIGOCHEA PINCHI**

**TARAPOTO – PERÚ
2015**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE AGROSILVO PASTORÍL
ESCUELA ACADÉMICO-PROFESIONAL DE AGRONOMÍA
ÁREA DE MEJORAMIENTO Y PROTECCIÓN DE CULTIVOS**

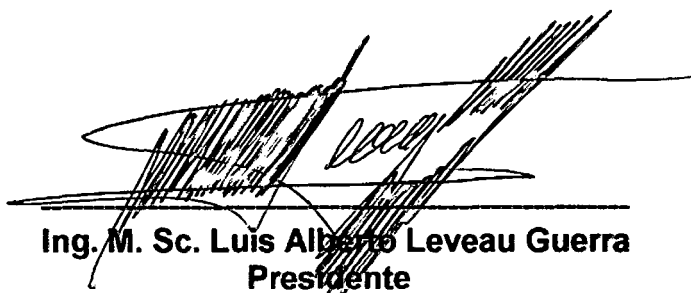
TESIS

**EFFECTO DE LA APLICACION DE CUATRO DOSIS DE
FERTILIZANTE ORGANICO ENRIQUECIDO CON
MICROORGANISMOS EFICIENTES (FERTI EM) EN EL
RENDIMIENTO DE GRANO SECO DEL FRIJOL TREPADOR
(*Phaseolus vulgaris*) VARIEDAD HUASCA POROTO EN EL
DISTRITO DE LAMAS**

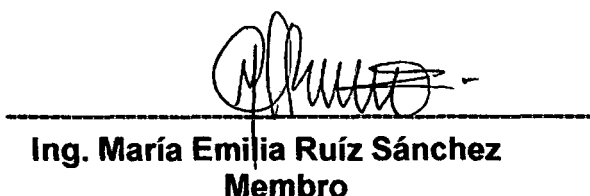
**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGRÓNOMO**

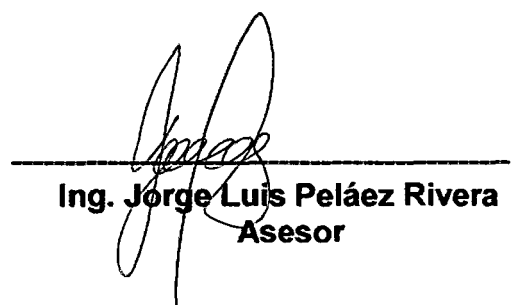
**PRESENTADO POR EL BACHILLER:
DIEGO GOIGOCHEA PINCHI**

Comité de Tesis


Ing. M. Sc. Luis Alberto Leveau Guerra
Presidente


Ing. M. Sc. Elías Torres Flores
Secretario


Ing. María Emilia Ruíz Sánchez
Membro


Ing. Jorge Luis Peláez Rivera
Asesor

DEDICATORIA

A Dios y a mi familia; por haberme dirigido en mi crecimiento y desarrollo hasta la persona que soy con valores y espíritu.

A mis adorados padres Jorge GOIGOCHEA que en paz descansa, a quien le debo su rectitud, disciplina y a Eusdina PINCHI; a quienes agradezco con todo mi corazón y eterno agradecimiento por haberme amado, apoyado plenamente y creído en mí.

A mis queridos hermanos Daniel, David y Renzo (que en paz descansa); por tomarme como ejemplo de hermano y profesional.

A mis tíos Ana, Roger, Gladys, Richar y demás tíos, con mucho cariño y amor.

AGRADECIMIENTOS

- ❖ A la Universidad Nacional de San Martín, y Facultad de Ciencias Agrarias por haberme acogido y brindado los medios indispensables en mi formación profesional.

- ❖ A los docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias por contribuir en mi formación profesional.

- ❖ A los jurados de tesis: Ing. M.Sc. Luis Alberto Leveau Guerra, Ing M.Sc. Elías Torres Flores e Ing. María Emilia Ruíz Sánchez, por sus oportunas sugerencias.

- ❖ Al ing. Jorge Luis Pelaez Rivera, dueño del fundo "EL PACIFICO" por colaborar con sus instalaciones y por asesorarme en la presente tesis.

- ❖ A mis tíos Ana Mendoza y Roger Lavado, por el apoyo oportuno en distintas fases de mi formación profesional.

- ❖ A todos los amigos y compañeros que de alguna u otra forma me dieron ánimo y sobre todo me brindaron su apoyo para la realización y culminación de mi tesis.

INDICE

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
3.1 El cultivo del frijol arbustivo, variedad Huasca Poroto	4
3.1.1 El cultivo del frijol	4
3.1.2 Descripción botánica del <i>Phaseolus vulgaris</i>	4
3.1.3 Requerimientos edafoclimáticos	6
3.1.4 Requerimientos nutricionales del cultivo del frijol	7
3.1.5 Producción del cultivo del frijol en San Martín	7
3.1.6 Crianza campesina del frijol	8
3.1.7 Sistema de siembra	11
3.2. Definición EM	15
3.2.1 Importancia de los microorganismos eficaces	15
3.2.2 Principales microorganismos en EM y su acción	17
3.2.3 Aplicaciones EM – para la agricultura	18
3.2.4 Ferti EM	21
3.3. Abonos Orgánicos	24
3.3.1 Importancia de los abonos orgánicos	24
3.3.2 Propiedades de los abonos orgánicos	25
3.3.3 Tipos de abonos orgánicos	26
3.4 Investigaciones referentes al tema	28
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	32
4.1 Materiales	32
4.1.1 Ubicación del campo experimental	32
4.1.2 Antecedentes de campo	32
4.1.3 Vías de acceso	33
4.1.4 Características edafoclimáticas	33
4.2 Metodología	34
4.2.1 Diseño experimental	34
4.2.2 Características del campo experimental	35

4.2.3	Tratamiento en estudio	35
4.2.4	Conducción del experimento	36
4.2.5	Labores culturales	37
4.2.6	Variables evaluadas	38
V.	RESULTADOS	40
5.1	Altura de planta	40
5.2	Número de vainas por planta	41
5.3	Número de semillas por vaina	42
5.4	Peso promedio de una semilla	43
5.5	Rendimiento	44
5.6	Análisis Económico	45
VI.	DISCUSIONES	46
VII.	CONCLUSIONES	60
VIII.	RECOMENDACIONES	62
IX.	BIBLIOGRAFÍA	63
	RESUMEN	
	SUMMARY	
	ANEXO	

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 01: Requerimiento nutricional del cultivo frijol común	7
Cuadro 02: Producción del Frijol Grano Seco, según provincias.	8
Cuadro 03: Datos meteorológicos, según SENAMHI (2014)	33
Cuadro 04: Características físicas y químicas del suelo	34
Cuadro 05: Tratamientos estudiados	35
Cuadro 06: Análisis de varianza para la Altura de planta	40
Cuadro 07: Análisis de varianza para el Número de vainas por planta	41
Cuadro 08: Análisis de varianza para el Número de semillas por vaina	42
Cuadro 09: Análisis de varianza para el Peso de semilla	43
Cuadro 10: Análisis de varianza para el Rendimiento	44
Cuadro 11: Análisis económico de los tratamientos evaluados	45

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Página
Gráfico 1: Prueba de rangos múltiples de Duncan ($P < 0,05$) para promedios de la altura de planta	40
Gráfico 2: Prueba de rangos múltiples de Duncan ($P < 0,05$) para promedios del número de vaina por planta	41
Gráfico 3: Prueba de rangos múltiples de Duncan ($P < 0,05$) para promedios del número de semilla por vaina	42
Gráfico 4: Prueba de rangos múltiples de Duncan ($P < 0,05$) para promedios de semilla	43
Gráfico 5: Prueba de rangos múltiples de Duncan ($P < 0,05$) para promedios de rendimiento	44

I. INTRODUCCIÓN

Uno de los principales problemas que enfrentan los agricultores en la actualidad es el alto costo de los insumos agrícolas externos, tales como fertilizantes sintéticos y agroquímicos, que además causan serios problemas de contaminación ambiental y degradación de los suelos. Debido al desarrollo de los países considerados del primer mundo, nuestro sistema ecológico se está deteriorando, que nos lleva a pensar que en corto plazo nuestro planeta será inhabitable.

Es por ello que el planteamiento de soluciones corresponde a quienes estamos vinculados con el agro y más aún apoyar a la producción orgánica, todos estamos conscientes de que hay mucho por hacer y que nuestros suelos están empobrecidos, como consecuencia de las deficientes prácticas agrícolas, pero así mismo si cambiamos nuestra manera de actuar e investigamos nuevas maneras de producir en base a la utilización de abonos orgánicos como la aplicación de Ferti EM en la producción y la calidad, podríamos obtener rendimientos altos y nuestra producción sería bienvenida en el exterior.

El frejol común (*Phaseolus vulgaris* L.), se cultiva tradicionalmente en diferentes zonas de la región San Martín, siendo un componente importante y básico de subsistencia de agricultores, abasteciendo a las familias y mercados locales, donde es extendido su consumo. Muchas veces en la instalación y conducción del cultivo se han determinado como problema la semilla de mala calidad, presencia de patógenos, infertilidad del suelo, sistemas inadecuados de siembra, entre otros, como los únicos responsables de la baja productividad de este cultivo sin analizar

otro aspecto importante, la variedad Huasca Poroto Huallaguino, se siembra sólo o asociado con el cultivo del maíz, cuyo rendimiento varia de 1000 a 1200 kg/ha⁻¹. En la provincia de Lamas, se siembra entre Noviembre a Diciembre y a partir del mes de mayo a Junio. El rendimiento que se reporta es a nivel de agricultores con un nivel tecnológico bajo y se espera con el presente trabajo de investigación a desarrollarse en el distrito de Lamas empleando diferentes dosis de Ferti EM y con el uso del sistema espaldera, nos indican que se puede incrementar el nivel de producción de frijol, de una forma competitiva eficiente y sostenible y repercutir en la mejora de la economía del agricultor de la jurisdicción de Lamas.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Determinar el efecto de las dosis de fertilizante orgánico enriquecido con microorganismo (Ferti EM), más óptimo en el rendimiento de grano seco del frijol trepador (*Phaseolus vulgaris*) variedad Huasca Poroto Huallaguino bajo el sistema de espaldera en el distrito de Lamas.

2.2 Objetivos específicos

2.2.1 Evaluar la influencia de cuatro dosis de fertilizante orgánico enriquecido con microorganismo (Ferti EM), en el rendimiento de grano seco del frijol trepador (*Phaseolus vulgaris*) variedad Huasca Poroto Huallaguino, bajo el sistema de espaldera en el distrito de Lamas.

2.2.2 Realizar el análisis económico de los tratamientos estudiados.

III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1 El cultivo del frijol arbustivo, variedad Huasca Poroto

3.1.1. El cultivo del frijol

Solórzano (1992), reporta la siguiente clasificación botánica.

Reino: Plantael

Subreino: Enbriobionta

División: Magnoliophita

Clase: Dicotiledoneas

Sub clase: Rósidas

Orden: Fabales

Familia: Leguminoceae

Género: Phaseolus

Especie: P. vulgaris.

Nombre común: Frijol, frejol

Variedad: Huasca poroto

3.1.2. Descripción botánica del *Phaseolus vulgaris*

Espinoza (1990), describe las siguientes partes morfológicas del frijol (*Phaseolus vulgaris* L). Es una planta anual, herbácea, de días cortas, con diferentes hábitos de desarrollo, que varía su altura de 50 a 90cm. según la variedad y condiciones del suelo. Es de crecimiento determinado. El porte de la planta está determinado por la forma y la posición de los tallos.

El sistema radical es pivotante y tiende a ser fasciculado, a veces fibroso o superficial. El tallo empieza en la inserción de las raíces, y tiene un rol importante en la identificación del hábito de crecimiento, criterio considerado para la caracterización de la variedad. El hábito de crecimiento puede ser determinado o indeterminado (tipo arbustivo, postrado, trepador).

Las hojas son trifoliadas que constan de tres folíolos, un peciolo y un raquis. Los botones florales se agrupan formando triadas en la axila de cada bráctea.

La inflorescencia es un racimo principal compuesto de varios racimos secundarios.

La flor es típica de las Fabáceas; la quilla envuelve por completo al androceo y gineceo, además las anteras se ubican al mismo nivel de los estambres favoreciéndose la autopolinización. Los frutos son vainas de color variable.

Las semillas alternan en la sutura dorsal de las vainas en un número de dos a diez semillas por vaina. Presentan testa, hilum, micrópilo y rafe como partes externas, internamente está la plúmula, las hojas primarias, los dos cotiledones y la radícula. El color, forma y brillo de la semilla son importantes en la clasificación del frejol (Vecco, 1987).

3.1.3. Requerimientos edafoclimáticas del cultivo

Clima

Las temperaturas elevadas, no perjudican al cultivo, sólo en caso de calor muy fuerte en la época de floración y fructificación (Box, 1961). La temperatura óptima va desde 18 a 35 °C, para germinar necesita entre 20 y 30 °C (Valladolid, 1993).

Las precipitaciones requeridas van de 1200 a 2000 mm/año bien distribuidas durante el ciclo del cultivo, siendo los periodos críticos de humedad en el suelo las etapas de germinación, prefloración y llenado de granos; no resiste sequías prolongadas (Rengifo, 1999). Las lluvias pueden producir daños en los rendimientos y en la calidad del grano; en verano seco se hace necesario el riego (Box, 1961). Cuando hay una estación seca o baja pluviosidad, es posible lograr buenos rendimientos haciendo coincidir con la maduración de los frutos y la cosecha (Rojas, 1997).

Suelo

El pH óptimo se encuentra entre 5,5 a 6,5 especificando que para regiones húmedas está entre 5,8 a 6,5 y para regiones áridas entre 6,0 a 7,5; texturalmente pueden cultivarse en casi todos los suelos, variando desde los arenosos, limosos, hasta los arcillosos y sus combinaciones (Schaffer y Habot, 1970). El cultivo prefiere suelos profundos, bien drenados; no tolera con saturación de aluminio superior a 24%; debe tener buenos contenidos de materia orgánica (mayor de 2,0%).

3.1.4. Requerimiento nutricional de cultivo frijol común

El frijol absorbe cantidades altas de N, K y Ca y en menor cantidad S, Mg y P. La información que se muestra son los requerimientos de los nutrientes esenciales para el frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), obtenida a partir de trabajos realizados en el trópico (Flor, 1985).

Cuadro 1: Requerimiento nutricional del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.)

Componentes de la cosecha	Kg/ha					
	N	P	K	Ca	Mg	S
VAINAS	22	4	22	4	4	10
TALLO	55	5	71	30	14	15
TOTAL	77	9	93	34	18	25

Fuente: Flor, M. C. 1995

3.1.5. Producción del cultivo del frijol en San Martín

A nivel regional la producción del cultivo de Frijol Grano seco en el mes de diciembre del presente año disminuyó en 12.69 %. Las provincias que mostraron mayor disminución en la producción fueron: Lamas 15 % y San Martín 73 %. La superficie sembrada del cultivo de frijol grano seco en la región San Martín, en el mes de diciembre de la presente campaña, disminuyó en 9.27%, como resultado de las menores siembras ejecutadas en las provincias de Moyobamba 78 %, San Martín 87%, Bellavista 32% y Mariscal Cáceres 70%. Los factores principales que influyeron en la disminución: desinterés en el cultivo, escasez de mano de obra, condiciones climáticas adversas, escasa demanda en mercados, agricultores dedicados

a otras actividades, siembra mayormente es para el autoconsumo poco, interés en el cultivo.

Cuadro 2: Producción del Frijol Grano Seco, según provincias

Produccion TM	Agosto-Diciembre		Var.(%)	Superficie Ha	Agosto-Diciembre		Var.(%)
	2012	2013			2012	2013	
Rioja	476	507	6.51	Rioja	178	188	5.62
Moyobamba	297	259	-12.79	Moyobamba	36	64	77.78
Lamas	906	771	-14.9	Lamas	92	105	14.13
El Dorado	557	612	9.87	El Dorado	226	202	-10.62
San Martin	322	85	-73.62	San Martin	30	4	-86.67
Picota	819	735	-10.26	Picota	0	0	0
Bellavista	162	181	11.59	Bellavista	82	56	-37.71
Huallaga	375	401	6.87	Huallaga	0	0	0
Mariscal Caceres	209	110	-47.42	Mariscal Caceres	57	0	-70.18
Tocache	1500	1249	-16.73	Tocache	0	17	0
Total Regional	5624	4910	-12.69	Total Regional	701	636	-9.27

Fuente: Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI 2014).

3.1.6. Crianza campesina del frijol

Córdova (2006), con respecto al cultivo del frijol muestra testimonios producto de la convivencia y conversación armoniosa con familias campesinas y curiosas en sus faenas agrícolas, registrando sus saberes, secretos, señas, prácticas agronómicas, momentos festivos, enmarcados en su cosmovisión amazónica y la forma holística de vivenciar la naturaleza, en las comunidades de Sapotillo, El Paraíso y San Juan en el Distrito den Tres Unidos y en todo el valle de Mishquiyacu-Picota. Entre los testimonios tenemos:

Teobaldo Panduro Tananta, de 50 años de edad, manifiesta, que, la siembra de campaña chica empieza en el mes de enero, febrero y la campaña grande del 17 al 23 de junio, antes de la fiesta de San Juan.

Weimar Fasanando Ushiñahua, de 48 años de edad, indica que el frijol huasca se produce por arriba de Tres Unidos, en la parte de Mojarillo, Ishpatero, el Filo. En el mes de junio se siembra más (Campaña grande) y en el mes de febrero se siembra menos (Campaña chica). En el mes de marzo y abril llueve mucho, lo malogra al cultivo, pero siempre se cosecha algo.

Manuel Del Águila, Teobaldo Panduro, Misael Pinchi, Sofía Fasanando y Carlos Bustamante, mencionan que el frijol huasca a los 15 días de sembrado empieza a soguearse en las estacas o quirumas, lo envuelve a la quiruma, crece según la quiruma y bosque harto, el grano es de color amarillo, produce a los tres a cuatro meses. La siembra se realiza en enero, febrero y junio.

Misael Pinchi Cachique, de 68 años de edad, indica que las lluvias, vienen medio desordenados, recuerdo que en el mes de marzo eran fuertes las lluvias; pero, en estos últimos años las lluvias se adelantan, a veces se retardan demasiado, cada año el Sol es más fuerte. Antes el verano no quemaba tanto.

Francisco Fasanando Pinchi de 40 años de edad, manifiesta que después de una lluvia aparece el sol doliendo fuerte, entonces al frejol lo deja medio quemado, resentido, amarillento y no produce bien, ahí se dice que el frijol ha hechado casa o se hecho el frijol. Cuando hay mucha lluvia al frijol lo ataca el hielo, no produce bueno. Cuando hay mucho verano las hojas hacen ractapangas (anchos y gruesos) y no produce bueno.

Samuel Amasifuen Cachique, de 45 años de edad, dice que la floración de los árboles nos avisan cuando la Tangarana (*Techigali tessmannii*), Quillosa (*Ochisia lomatophylla*), Amasisa (*Erytrina edulis*), florecen bastante desde julio, agosto, septiembre, nos indican que va haber una buena cosecha de frijol y si flora poco es que no va a producir bueno.

Misael Pinchi Cachique de 68 años de edad, indica que cuando se ve en las alturas que el Shimbillo (*Inga inaamonea*), está cargadito de flores blancas la campaña, será muy buena para el frijol, habrá abundante cosecha, la mayoría de sus flores del frijol cuajarán (formación del fruto), entonces se dice que está bueno para realizar la chacrita del frijol.

Nemesio Pinchi Fasanando, de 40 años de edad, dice que en el mes de agosto vemos si la Rosa Sisa (*Tagetes erecta*) y el Huayruro (*Ormosia coccinea*), si está con cantidad de flores, con mirar nomás, ya sabemos que los frijoles van a producir bastante.

Francisco Fasanando Pinchi de 40 años de edad indica, que la siembra del frijol se lo realiza faltando cinco días antes de la fiesta de San Juan (campana grande) y cuando llega el día 24 de junio se lo pisa al frijol que está creciendo para tener buena producción, fijo sembramos del 15 al 17 de junio, dependiendo de la luna también.

Wilfredo Linares Fasanando, de 53 años de edad, opina que antes no se pagaban jornales durante la cosecha del frijol, se trabajaba en choba choba, todos nos ayudábamos como ahora en la chacreada, en la siembra, deshierbo, cosecha y siempre devolviendo la ayuda; pero, cuando tenías peonada (jornaleros), por la mañana te cogían del patrón y por la tarde se les daba que cosechen a los peones o a los amigos que te ayudaron.

3.1.7. Sistema de siembra

a. Siembra manual - método tradicional:

Se utiliza una lampa pequeña o barretón, colocándola el grano a una profundidad de 5 a 7 cm. al lado de la costilla del surco. En caso de producirse fallas en el campo se procederá a la resiembra respectiva, que se hará únicamente en el golpe donde no existe ninguna plántula y máximo hasta 03 días después de la emergencia. Es recomendable para pequeños productores que disponen de terrenos de hasta 4 ha. Más allá, se hace muy dificultoso el control del personal sembrador, lo que origina muchas veces surcos vacíos e incremento de fallas o uso excesivo de semillas, muchas semillas por golpe que implica posterior resiembras o

raleos, respectivamente, además del costo que implica estas labores (Valladolid, 1993).

b. Siembra mecanizada:

Esta modalidad permite uniformizar la germinación y logra distanciamientos muy precisos, entre la población de plantas. El número de semillas depositadas por metro lineal es de 15 a 18 granos. Adicionalmente, permite depositar las semillas y el abono de fondo a la profundidad adecuada y simultáneamente logrando un mejor aprovechamiento de este insumo por parte del cultivo, se aprovecha mejor la humedad del suelo y permite un considerable ahorro de tiempo y dinero por esta labor (Valladolid, 1993).

c. Espaldera sencilla

Consiste en colocar hileras de postes verticales de 2.0 m de altura a cada 5-7.5 metros, los cuales sustentan en la parte superior un hilo de alambre galvanizado N° 12, para fijarlo se usan grapas para cerco. Cuando en la zona existen vientos muy fuertes se puede colocar un segundo hilo de alambre a unos 0.40 m abajo del primero. Según investigadores Brasileños el segundo alambre sirve solamente para dar mayor fijeza a la estructura. El sistema con un solo hilo de alambre es el más usado en Brasil por ser el económico, de fácil manejo y permitir un mejor asocio con otros cultivos (Ministerio de Agricultura 2009).

El empleo de tutores tiene por objeto mantener las plantas erguidas, lo que permite hacer uso económico de un espacio limitado y por otra parte

facilita las labores culturales, como la aplicación de pesticidas y con la cosecha y que es importante considerar dos aspectos: la clase y la calidad de los tutores, por un lado y su altura óptima, para así tomar la decisión que permita maximizar los ingresos del agricultor y a su vez sea de fácil disponibilidad en la zona de cultivo. El tutoraje se puede hacer planta por planta o colocando estacas al final del surco y luego se siguen colocando a intervalos de 3 a 4 metros, sobre los cuales se coloca alambre trenzado conforme la planta vaya creciendo.

El sistema de siembra del frijol tipo IV “trepador” en espalderas, es una adaptación de la infraestructura para la producción de leguminosas trepadoras como *Centrosema sp* y *Pueraria phaseoloides* “kudzú”, evaluado en años anteriores con excelentes resultados, convirtiéndose esta infraestructura en una herramienta esencial para incrementar los rendimientos de grano, ya que induce a la formación de mayor número de botones florales por la incidencia de los rayos solares a lo largo del tallo a partir del segundo tercio de la planta (INIA, 2012).



**Figura 1: Parcela de frijol ucayalino (*Phaseolus vulgaris*)
En espalderas en suelos de restinga**

Este sistema incrementa los rendimientos de grano, facilita las labores de manejo, control de malezas y plagas, cosecha y sobre todo se tiene control total sobre la plantación, lográndose detectar problemas, ya que facilita el acceso a todo el campo (INIA, 2012).

¿Cómo se construye esta infraestructura?

- Una vez limpia el área a sembrar, se planifica la orientación de las filas de acuerdo a la orientación del sol (Este – Oeste). Paralelamente se va acopiando los postes y caña bravos en el lugar.
- Seguidamente se procede al alineamiento y a la perforación de hoyos de 0,50 cm. de profundidad para plantar los postes en los surcos. Luego se plantan estos postes, se coloca y tiempla el alambre.
- Terminada esta labor se procede al plantado de las cañas bravas como intermedios para darle más resistencia al alambre.
- La rafia se amarra cuando las plantas inician la emisión de guías.

Ventajas:

- La siembra es ordenada.
- Facilita el control de malezas.
- La infraestructura se puede desmontar con facilidad.
- Incrementa los rendimientos.
- Uso selectivo de algunos materiales de monte como postes y cañabravas.

Desventaja:

- Tener un presupuesto inicial para la infraestructura.

3.2 Definición de EM

Aprolab (2007), conceptualiza que EM, es una abreviación de Effective Microorganisms (Microorganismos Eficaces), EM es una combinación de varios microorganismos benéficos. La tecnología EM, fue desarrollada por Teruo Higa, Ph. D., profesor de horticultura de la Universidad de Ryukyus en Okinawa, Japón. A comienzos de los años sesenta, el profesor Higa comenzó la búsqueda de una alternativa que reemplazara los fertilizantes y pesticidas sintéticos, popularizados después de la segunda guerra mundial para la producción de alimentos en el mundo entero. Inicialmente el EM fue utilizado como un acondicionador de suelos. Hoy en día EM es usado no solo para producir alimentos de altísima calidad, libres de agroquímicos, sino también para el manejo de desechos sólidos y líquidos generados por la producción agropecuaria, la industria de procesamiento de alimentos, fábricas de papel, mataderos y municipalidades entre otros. El EM es usado en los 5 continentes, cubre más de 120 países.

3.2.1. Importancia de los Microorganismos Eficaces

APROLAB (2007), menciona que existen microorganismos en el aire, en el suelo, en nuestros intestinos, en los alimentos que consumimos, en el agua que bebemos. Las condiciones actuales de contaminación y uso excesivo de sustancias químicas sintéticas han causado la proliferación de especies de microorganismos considerados degeneradores. Estos microorganismos a

grandes rasgos, son causantes de enfermedades en plantas y animales y generan malos olores y gases nocivos al descomponer residuos orgánicos.

Los microorganismos eficientes, como inoculante microbiano, restablece el equilibrio microbiológico del suelo, mejorando sus condiciones físico-químicas, incrementando la producción de los cultivos y su protección; además conserva los recursos naturales, generando una agricultura sostenible. Entre los efectos sobre el desarrollo de los cultivos se pueden encontrar:

A) En las plantas:

- ❖ Incremento de las probabilidades de supervivencia de las plántulas.
- ❖ Genera un mecanismo de supresión de insectos y enfermedades en las plantas, ya que pueden inducir la resistencia sistémica de los cultivos a enfermedades.
- ❖ Consume los exudados de raíces, hojas, flores y frutos, evitando la propagación de organismos patógenos y desarrollo de enfermedades.
- ❖ Incrementa el crecimiento, calidad y productividad de los cultivos.
- ❖ Promueven la floración, fructificación y maduración por sus efectos hormonales en zonas meristemáticas.
- ❖ Incrementa la capacidad fotosintética por medio de un mayor desarrollo foliar.

B) En los suelos:

Los efectos de los microorganismos en el suelo, están enmarcados en el mejoramiento de las características físicas, biológicas y supresión de enfermedades. Así pues entre sus efectos se pueden mencionar:

Efectos en las condiciones físicas del suelo: mejora la estructura y agregación de las partículas del suelo, reduce su compactación, incrementa los espacios porosos y mejora la infiltración del agua.

Efectos en la microbiología del suelo: suprime o controla las poblaciones de microorganismos patógenos que se desarrollan en el suelo por competencia. Incrementa la biodiversidad microbiana, generando las condiciones necesarias para que los microorganismos benéficos nativos prosperen.

3.2.2. Principales microorganismos en EM y su acción

Aprolab (2007), señala que el EM es un cóctel líquido que contiene más de 80 Microorganismos benéficos de origen natural. A continuación se describen algunos de los principales tipos de microorganismos presentes en el EM y su acción.

Las bacterias fotosintéticas o fototróficas, son un grupo de microorganismos independientes y autosuficientes. Estas bacterias sintetizan sustancias útiles a partir de las secreciones de las raíces, materia orgánica y/o gases nocivos (sulfuro de hidrógeno), usando la luz solar y el calor del suelo como fuentes de energía.

Bacterias ácido lácticas (*Lactobacillus spp*)

Las bacterias ácido lácticas producen ácido láctico a partir de azúcares y otros carbohidratos desarrollados por bacterias fotosintéticas y levaduras. Desde tiempos antiguos, muchos alimentos y bebidas como el yogurt y los pepinillos son producidos usando bacterias ácidos lácticos.

Las bacterias ácido lácticas, tienen la habilidad de suprimir microorganismos causantes de enfermedades como *Fusarium*, los cuales aparecen en sistemas de producción continua. Bajo circunstancias normales, las especies como *Fusarium* debilitan las plantas cultivadas, exponiéndolas a enfermedades y a poblaciones crecientes de plagas como los nemátodos. El uso de bacterias ácido lácticas reduce las poblaciones de nemátodos y controla la propagación y diseminación de *Fusarium*, mejorando así el medio ambiente para el crecimiento de cultivos.

Levaduras (*Saccharomyces spp*)

Las levaduras sintetizan sustancias antimicrobiales y otras sustancias útiles para el crecimiento de las plantas, a partir de aminoácidos y azúcares secretados por las bacterias fotosintéticas, la materia orgánica y las raíces de las plantas.

3.2.2. Aplicaciones EM - para agricultura

Sangakkara and Weerasekera, (2001), El fenómeno de causalidad de estos resultados se ha atribuido a muchos factores. Estas incluyen una mayor liberación de EM, los nutrientes de la materia orgánica en compost con EM.

El uso original de la EM fue para la agricultura. EM, por lo tanto, se aplicó por primera vez para mejorar la productividad de materia orgánica o la naturaleza de los sistemas agrícolas. EM fue aplicado directamente sobre la materia orgánica añadida a los campos de cultivo, o para compost, compuesto, lo que redujo el tiempo necesario para la preparación de este biofertilizante. EM también se añade en el Bokashi (compost) con material de desecho, tales como cáscara de arroz y aserrín como portador, mezclado con un rico material de nitrógeno como el arroz, afrecho de trigo o de maíz, harina de pescado o tortas de aceite.

El EM, como inoculante microbiano, restablece el equilibrio microbiológico del suelo, mejorando sus condiciones físico-químicas, incrementa la producción de los cultivos y su protección, además conserva los recursos naturales, generando una agricultura y medio ambiente más sostenible. La mejor manera de utilizar EM para la agricultura depende de la región, la calidad de la tierra, los métodos de cultivo, irrigación, cosechas y otros factores.

En los Estados Unidos, el EM ha sido aprobado por una organización orgánica oficialmente reconocida. Hasta la fecha, los productos del EM están registrados con los Departamentos de Alimentos y Agricultura para la distribución en California, Arizona, Texas, Nuevo México, Washington, Carolina del Norte, Indiana, Illinois e Iowa.

Los productos que contienen el EM no plantean ningún peligro al medio ambiente, ni a los seres humanos y a la vida salvaje que son una parte de él.

Estos microbios beneficiosos analizan y consumen las sustancias que causan la putrefacción, malos olores y enfermedades, eliminando la mayoría de microbios patógenos por medio de la exclusión competitiva.

A) El EM produce los antioxidantes

Los antioxidantes producidos por el EM, previenen al oxígeno de formar los radicales libres que están asociados a ciertas enfermedades en plantas, animales y seres humanos. En otras palabras, la supresión de antioxidantes, elimina o transforma las acciones nocivas del oxígeno activo.

B) Efectos en las condiciones químicas del suelo

Mejora la disponibilidad de nutrientes en el suelo, solubilizándolos, separando las moléculas que los mantienen fijos, dejando los elementos disgregados en forma simple para facilitar su absorción por el sistema radical.

C) Efectos en la microbiología del suelo:

Suprime o controla las poblaciones de microorganismos patógenos que se desarrollan en el suelo, por competencia. Incrementa la biodiversidad microbiana, generando las condiciones necesarias para que los microorganismos benéficos nativos prosperen.

D) Modo de Acción de los microorganismos:

Menciona que los diferentes tipos de microorganismos en el EM, toman sustancias generadas por otros organismos basando en ello su funcionamiento y desarrollo. Las raíces de las plantas secretan sustancias que son utilizadas por los microorganismos eficaces para crecer, sintetizando aminoácidos, ácidos nucleicos, vitaminas, hormonas y otras sustancias bioactivas. Cuando los microorganismos eficaces incrementan su población, como una comunidad en el medio en que se encuentran, se incrementa la actividad de los microorganismos naturales, enriqueciendo la microflora, balanceando los ecosistemas microbiales, suprimiendo microorganismos patógenos.

3.2.3. FERTI EM

a) Descripción del producto

Producto Natural, en base al proceso de descomposición de materia orgánica, con la tecnología de microorganismos eficaces, por un periodo de 4 semanas, con adición de fosforo orgánico; dichos componentes del proceso cuentan con certificación orgánica CONTROL UNION, OMRI (Paleso, 2013).

Características

- N 2.00%
- P 6.00%
- K 2.5%
- S 0,18%
- Ca 12,00%

- B 0,5%
- Mg 1.16%
- Zn 90,62ppm
- Cu 9.33pmm
- Mn 64.61ppm
- Fe 1050ppm
- M.O 64.10%
- pH 7.5
- Humedad 25%
- Bacterias Fotosintéticas
- Bacterias Lácticas
- Actinomycetes
- Levaduras
- Hongos Fermentadores

Formulador: INPAL SRL PROCEDENCIA: PERU

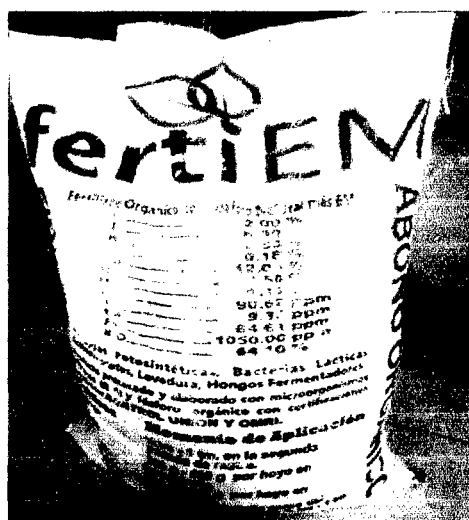


Figura 2: Producto Ferti EM

b) Aplicaciones

En agricultura, como abono de fondo, promueve la absorción de nutrientes del suelo por tener microorganismos eficaces, regulador de pH, adiciona materia orgánica y nutriente en general.

c) Propiedades físicas, químicas y biológicas

- Mejora la estructura del suelo.
- Aumenta la capacidad de retención del agua, disminuyendo stres por sequia
- Mejora la aireación y respiración de raíces
- Mejora la capacidad de retención de nutrientes
- Aumenta la infiltración
- Disminuye erosión
- Mejora a largo plazo el contenido de nutrientes
- Estabiliza PH
- Aporta nutrientes (N, P, K, en baja proporción, pero equilibrada)
- Fomenta el circuito natural de fijación, descomposición y liberación de nutrientes
- Necesarios para el crecimiento del cultivo
- Mejora la productividad de los suelos a largo plazo, sin mayor inversión económica.
- Mejora la actividad microbiana benéfica.
- Mejora desarrollo vegetal.
- Descomposición de componentes insolubles (fosfatos), para hacerlos disponibles
- Para las plantas.
- Transforma N soluble en N orgánico, evitando su pérdida por Amonio al aire, o Lixiviación.

3.3. Abonos Orgánicos

Aprolab (2007), señala que es todo material que se obtiene de la degradación y mineralización de materiales orgánicos que provienen directa o indirectamente de las plantas y/o animales. En general los abonos orgánicos se clasifican en dos tipos:

- ❖ Abonos orgánicos sólidos: Compost, Humus de lombriz, bokashi, abonos verdes entre otros.
- ❖ Abonos orgánicos líquidos: biol, te de humus, te de compost entre otros.

El abono orgánico es un proceso biológico en el cual la materia orgánica es degradada en un material relativamente estable parecido al humus. La mayoría de los abonos se llevan a cabo bajo condiciones anaeróbicas de manera que los problemas del olor son minimizados. Cuando se termina, el abono es de color café oscuro o negro. Tiene un ligero olor a tierra o a moho y una textura suelta.

El proceso se termina cuando el montón no se recalienta cuando se voltea, es decir la temperatura es constante (Porvenir, 2001).

3.3.1. Importancia de los Abonos Orgánicos

La necesidad de disminuir la dependencia de productos químicos artificiales en los distintos cultivos, está obligando a la búsqueda de alternativas fiables y sostenibles. En la agricultura ecológica, se le da gran importancia a este tipo de abonos, y cada vez más, se están utilizando en cultivos intensivos.

No podemos olvidar la importancia que tiene mejorar diversas características físicas, químicas y biológicas del suelo y en este sentido, este tipo de abonos juega un papel fundamental. Con estos abonos, aumentamos la capacidad que posee el suelo de absorber los distintos elementos nutritivos, los cuales aportaremos posteriormente con los abonos minerales o inorgánicos (Cervantes, 1997).

3.3.2. Propiedades de los Abonos Orgánicos

Los abonos orgánicos tienen propiedades, que ejercen unos determinados efectos sobre el suelo, que hacen aumentar la fertilidad de este. Básicamente, actúan en el suelo sobre tres tipos de propiedades (Cervantes, 1997).

A) Propiedades físicas

- El abono orgánico por su color oscuro, absorbe más las radiaciones solares, con lo que el suelo adquiere más temperatura y se pueden absorber con mayor facilidad los nutrientes.
- El abono orgánico mejora la estructura y textura del suelo, haciendo más ligeros a los suelos arcillosos y más compactos a los arenosos.
- Mejoran la permeabilidad del suelo, ya que influyen en el drenaje y aireación de éste.
- Disminuyen la erosión del suelo, tanto de agua como de viento. Aumentan la retención de agua en el suelo, por lo que se absorbe más el agua cuando llueve o se riega y retienen durante mucho tiempo, el agua en el suelo durante el verano.

B) Propiedades químicas

- Los abonos orgánicos aumentan el poder tampón del suelo, y en consecuencia reducen las oscilaciones de pH de éste.
- Aumentan también la capacidad de intercambio catiónico del suelo, con lo que aumentamos la fertilidad.

C) Propiedades biológicas

- Los abonos orgánicos favorecen la aireación y oxigenación del suelo, por lo que hay mayor actividad radicular y mayor actividad de los microorganismos aerobios.
- Los abonos orgánicos constituyen una fuente de energía para los microorganismos, por lo que se multiplican rápidamente.

3.3.3. Tipos de Abonos Orgánicos

Raaa (2002), describe que existen diferentes tipos de abonos, entre los principales tenemos:

Estiércol

Los estiércoles son los excrementos de los animales que resultan como desechos del proceso de digestión de los alimentos que consumen. Generalmente entre el 60 y 80% de lo que consume el animal lo elimina como estiércol. El contenido promedio de elementos químicos es de 1,5% de N, 0,7% P y 1,7% K.

Los estiércoles mejoran las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos, particularmente cuando son utilizados en una cantidad no menor de 10 t/ha al año, y de preferencia de manera diversificada.

Para obtener mayores ventajas deben aplicarse después de ser fermentados, y de preferencia cuando el suelo está con la humedad adecuada.

Efectos de la vacaza en el suelo

La acción o efecto del estiércol de ganado guarda relación íntima con la índole del suelo a que se le aplica.

Las llamadas tierra sueltas, por ejemplo, necesitan abundantes cantidades, se les abonará ligeramente, pero repetidas veces y poco antes de la época de siembra, por ser la nitrificación rapidísima.

Las tierras arcillosas, por el contrario, serán abonadas con mucha anticipación, aunque abundantemente también, porque la nitrificación es muy lenta y ha de emplearse en ellas estiércoles poco descompuestos, para hacer al terreno más suelto y facilitar la introducción del aire, colocándose a poca profundidad para que facilite se descomposición al contacto del aire indicado.

En las tierras calizas se empleará lo mismo que en las tierras ligeras, en proporciones reducidas y frecuentemente. Se cubrirá dicho estiércol con tierra, con la finalidad de hacerle conservar sus cualidades fertilizantes, extendiéndole previamente con una horquilla sobre la superficie del terreno (Rebolledo, 1970).

3.4. Investigaciones realizadas referentes al tema

Silva (2014), realizó un trabajo de investigación titulado Dosis de fertilizantes con microorganismo eficientes (FERTI EM) en el cultivo de rabanito (*Raphanus sativus L.*) en la provincia de Lamas, que tuvo como objetivo evaluar el tratamiento con mejor efecto materia orgánica enriquecido con microorganismos (FERTI EM), se utilizó 4 dosis 400kg/ha, 600kg/ha, 800kg/ha, 1000kg/ha y un testigo con un Diseño en Bloques Completamente al Azar con 5 tratamientos y 4 repeticiones por tratamiento haciendo un total de 20 unidades experimentales con una significancia con el P-valor a niveles de confianza de 0.01 y 0.05 para el análisis de varianza y la Prueba de Rangos Múltiples de Duncan con una $P \leq 0.05$.

Las mediciones de campo evaluados fueron, altura total de planta, diámetro del bulbo, longitud del bulbo, peso del bulbo por planta y por tratamiento, rendimiento en la producción. Los valores Los valores máximos obtenidos para estos parámetros con la aplicación de 1000 Kg.ha⁻¹ de FERTI EM (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. Con el Tratamiento Testigo (T0) se reportó los menores promedios con 13,621.65 kg.ha⁻¹ de rendimiento, 40.87 g de peso promedio del bulbo, 26.14 cm de longitud de la hoja, 5.22 cm de longitud del bulbo y 31.35 cm de altura total de la planta respectivamente.

El incremento de las dosis de FERTI EM 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 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ describiendo líneas de regresión lineal positivo.

Gonzales (2012), realizó un trabajo de investigación titulado "Respuesta del rendimiento y de los componentes de la arquitectura de la planta de frejol (*Phaseolus vulgaris* L.) En función a la densidad de siembra", tuvo como objetivos: Estudiar la respuesta del rendimiento y de los componentes de la arquitectura de la planta en función a la densidad de siembra y Determinar el análisis económico de los tratamientos. Se realizó entre los meses de Febrero y Mayo del 2012 en el Fundo Miraflores de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto. Se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar con arreglo factorial de 2×5 , con 3 bloques y 10 tratamientos. Siendo el Factor A = Variedades de Frejol y el Factor B = Densidad de siembra ($b_1 = 15 \text{ cm} \times 60 \text{ cm}$, $b_2 = 20 \text{ cm} \times 60 \text{ cm}$, $b_3 = 25 \text{ cm} \times 60 \text{ cm}$, $b_4 = 30 \text{ cm} \times 60 \text{ cm}$ y $b_5 = 35 \text{ cm} \times 60 \text{ cm}$).

Las variables que se evaluaron fueron: Ramas laterales por planta, nudos por rama lateral, nudos en tallo principal, nudos por metro cuadrado, longitud de entrenudos en tallo principal, altura de planta, peso de 100 semillas, rendimiento por metro cuadrado y análisis económico. Los valores máximos obtenidos para estos parámetros se lograron altura de planta 58.2 cm, peso promedio de semilla 0.21 rendimiento 1370.3 kg Las conclusiones más relevantes fueron que la variedad panamito rojo superó estadísticamente en

promedio al panamito pardo en rendimiento en g.m^2 , rendimiento en kg.ha^{-1} y peso de 100 semillas. Las variables rendimiento en g.m^2 , el rendimiento en kg.ha^{-1} , número de nudos. m^2 y longitud de entrenudos en tallo principal, determinaron respuestas lineales positivas en función al incremento de la densidad de plantas. Los tratamientos que arrojaron índices de B/C superiores a 1 fueron el T1, T2, T3, T4, T6, T7 y T8. Siendo el tratamiento T3 (133 333 plantas. ha^{-1} PR) que arrojó el valor más alto de la relación B/C con 1,26.

Estrada y Peralta (2004), realizaron un trabajo de investigación sobre la evaluación de dos tipos de fertilizantes orgánicos (gallinaza y estiércol vacuno) y un minera en el crecimiento y rendimiento del cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris L.*) con una textura franco limosa, presentando alto contenido de materia orgánica, nitrógeno y potasio, pero deficiente en fósforo. Este suelo puede ser considerado adecuado para la mayoría de los cultivos. El propósito del experimento fue evaluar la respuesta del cultivo frijol común (*Phaseolus vulgaris L.*) a tres fuentes de fertilizantes (gallinaza, estiércol vacuno y mineral) sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo.

Se empleó un arreglo unifactorial en diseño de bloques completos al azar (BCA), definiendo siete tratamientos y cuatro repeticiones. Cada unidad experimental estuvo conformada por un área de 20 m. La variedad en estudio fue la DOR – 364. Los tratamientos consistieron en dosis media y alta de cada material fertilizante. La dosis media se calculó basada en los requerimientos del cultivo por hectárea. La dosis media y alta usadas del

fertilizante orgánico gallinaza fueron 3181 kg /ha y 6362 kg/ha respectivamente, para el estiércol vacuno (5286 kg ha como dosis alta y 2643 kg/ha como dosis media). La fórmula empleada como fertilizante mineral fue la 18-46-00 con aplicaciones media de 130 kg / ha según recomendaciones del Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA), y 260 kg/ ha. Las dosis alta se seleccionaron a discreción considerando el doble de las media. Las variables evaluadas se dividieron en dos categorías: variables de crecimiento como altura de planta (cm), número de hojas, área foliar (cm) y altura de inserción de la primera vaina (cm), y las variables del rendimiento constituidas por número de vainas por planta, número de granos por vaina, número de ramas por planta, peso de cien granos (g) y rendimiento de grano (kg/ha).

Los datos provenientes del experimento se procesaron usando análisis de varianza considerando además la prueba de rangos múltiple de Tukey ($P \leq 0.05$). Los resultados obtenidos indicaron una respuesta significativa diferente a la aplicación de las fuentes de fertilizante, resultando estadísticamente iguales la fertilización mineral y gallinaza en dosis alta, superando a todos los tratamientos con rendimientos promedios de 2823.27 kg.ha⁻¹ y 2712.82 kg.ha⁻¹ respectivamente, seguido por los tratamientos estiércol vacuno alto con rendimiento de 2528.47 kg/ ha y gallinaza media con 2505.58 kg/ ha en una segunda categoría estadística. En cuanto al comportamiento vegetativo. La variable altura de planta ostentó los mayores promedios con los tratamientos gallinaza alta y fertilizante mineral dosis alta en una misma categoría.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Materiales

4.1.1. Ubicación del campo experimental

EL presente trabajo de investigación se realizó en el fundo "EL PACIFICO" de propiedad del Ing. Jorge Luis Peláez Rivera, el cual presenta las siguientes características:

a. Ubicación política

Distrito	:	Lamas
Provincia	:	Lamas
Región	:	San Martin

b. Ubicación geográfica

Latitud Sur	:	06° 20´ 15"
Longitud Oeste	:	76° 30´ 45"
Altitud	:	835 m.s.n.m.m

4.1.2 Antecedentes del campo

En el Fundo Hortícola "El Pacífico", se vienen cultivando hortalizas de gran potencial comercial y cuenta con una extensión de dos hectáreas desde hace veinte años, en el cual se fomenta los siguientes cultivos: Cebollita china, Brócoli, Lechuga, Pepinillo, Tomate, Col china, etc.

4.1.3 Vías de acceso

La principal vía de acceso al campo experimental es la carretera Fernando Belaunde Terry a la altura del Km. 12, con un desvío al margen derecho a 9.5 Km. de la ciudad de Tarapoto.

4.1.4 Características edafoclimáticas

a. Características climáticas

Ecológicamente el lugar donde se desarrolló el presente trabajo de investigación presenta una zona de vida caracterizada por el Bosque Seco Tropical (bs-T), Holdridge (1970). Según SENAMHI (2014), reportó para los meses de Marzo a Junio de 2014, una temperatura media mensual de 23,45 °C, una precipitación total mensual de 126,98 mm y una humedad relativa media mensual de 86,25%. Los resultados descritos se muestran en el cuadro 1.

Cuadro 3: Datos meteorológicos, según SENAMHI (2014).

Meses	Precipitación Total Mens. (mm)	Temperatura Máxima Prom. Mens. (°C)	Temperatura Mínima Prom. Mens. (°C)	Temperatura Media Prom. Mens. (°C)	Humedad Relativa (%)
Marzo	228.1	27.5	17.8	23.4	87
Abril	137.1	27.4	17.7	23.2	87
Mayo	80.8	28.1	18	23.8	85
Junio	61.9	27.8	17.9	23.4	86
Total	507.9	110.8	71.4	93.8	345
Promedio	126.98	27.7	17.85	23.45	86.25

Fuente: Archivos de las Estación Climática Ordinaria (CO), SENAMHI 2014.

b. Características edáficas

Las condiciones de textura del campo experimentales es Franco Arcillo Arenoso, con un pH de 6.35 de reacción ligeramente ácida materia orgánica 1.94 (bajo), fósforo 75.2 ppm, el potasio disponible se encuentra en un nivel bajo de 129 ppm. Los resultados descritos se muestran en el cuadro 2.

Cuadro 4: Características físicas y químicas del suelo

Elementos		Lamas (Fundo Pacífico) 835 m.s.n.m
pH		6.35
M.O. (%)		1.94
P (ppm)		75.2
K ₂ O (ppm)		129
Análisis Mecánico (%)	Arena	54.8
	Limo	18.4
	Arcilla	26.8
	Clase textural	Franco Arcillo Arenoso
CIC (meq)		6.32
Cationes Cambiabiles (meq)	Ca ²⁺	12.3
	Mg ²⁺	2.78
	K ⁺	0.32
Suma de bases		15.40

Fuente: Laboratorio de Suelos de la FCA-UNSM-T (2014).

4.2. Metodología

4.2.1. Diseño experimental

Es una investigación cuantitativa. Se aplicó el Diseño de Bloque Completamente al Azar con 5 tratamientos y 3 repeticiones por tratamiento

haciendo un total de 15 unidades experimentales. El análisis de varianza del presente experimento tendrá las siguientes características.

4.2.2. Características del campo experimental

Bloques

Nº de bloques	:	03
Ancho	:	2.5 m
Largo	:	23.0 m
Área total del bloque	:	57.5 m ²
Separación entre bloque	:	1.0 m.

Parcela

Ancho	:	2.5 m
Largo	:	4.6 m
Área	:	11.5 m ²
Distanciamiento entre plantas	:	0.75 metros
Distanciamiento entre surco	:	1.2 metros
Nº de surcos/unidad experimental	:	2 surcos

4.2.3. Tratamiento en estudio

Cuadro 5: Tratamientos estudiados

Tratamiento	Clave	Descripción
1	T1	0.4 t/ha ⁻¹ materia orgánica (Ferti EM)
2	T2	0.6 t/ha ⁻¹ materia orgánica (Ferti EM)
3	T3	0.8 t/ha ⁻¹ materia orgánica (Ferti EM)
4	T4	1.00 t/ha ⁻¹ materia orgánica (Ferti EM)
5	T0	Sin aplicación

4.2.4. Conducción del experimento

a. Limpieza del terreno definitivo

La limpieza del terreno se realizó manualmente con la ayuda de machete y lampa con el objetivo de eliminar las malezas y tener un terreno limpio para preparar y mullir el campo experimental, en la fecha de 14/03/14.

b. Preparación del terreno y mullido

Esta actividad se realizó removiendo el suelo con el uso de un motocultor y con la finalidad de mejorar las condiciones texturales y homogenizar el suelo. Seguidamente se empezó a nivelar las parcelas con la ayuda de un rastrillo, se realizó el 15/03/14.

c. Parcelado

Después de la remoción del suelo, se procedió a parcelar el campo experimental dividiendo en tres bloques, cada uno y con sus respectivos cinco tratamientos, esta actividad se realizó 16/03/14.

d. Muestreo de suelo

Seguidamente, con un tubo muestreador, se procedió a la toma de muestras del suelo en forma de zic zac, para su respectivo análisis físico-químico. La actividad se realizó 17/03/14

e. Incorporación de materia orgánica (Ferti EM)

Seguidamente se aplicó la materia orgánica (Ferti EM) en los tratamientos y las dosis pre determinadas, 15 días antes de la siembra. Esta actividad se realizó 18/03/14.

f. Siembra

La siembra se realizó en forma directa en campo definitivo después de haber incorporado el Ferti EM, con un distanciamiento de siembra de 0.75m x 1.2m, con la ayuda de un tacarpo y a una profundidad de cinco centímetros, colocando tres semillas por golpe, esta actividad se realizó 02/04/14.

4.2.5. Labores culturales

Se realizó las siguientes labores:

a. Control de maleza

Se realizó de manera frecuente y de manera natural dos veces al mes, utilizando machete para la extracción de las malezas, se realizó dos veces esta actividad las fechas de realizadas 30/04/14 y 30/05/14.

b. Instalación de tutores

La instalación de los tutores se hizo a los 25 días después de la siembra. Para el establecimiento de los tutores en espaldera se utilizó postes de madera de 2 metros de largo, 15 kg. De alambre galvanizado, Los postes se pusieron a 4 metros de distancia formando una hilera.

c. Riego

Se efectuó de manera continua y de acuerdo a la incidencia de las lluvias, a falta de lluvias se aplicó riego por el método de aspersión cada dos días según las condiciones climáticas. El riego se efectuó durante el desarrollo del cultivo.

d. Cosecha

Se realizó 90 días después de la siembra cuando el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris*), variedad Huasca Poroto, alcanzó su madurez fisiológica; es decir, cuando el 90% de las vainas han cambiado de color, las hojas se vuelven amarillas por vejez o se han caído la mayoría., se realizó esta actividad 30/06/14.

4.2.6. Variables evaluadas

a. Altura de planta

Se evaluó las alturas de 10 plantas tomadas al azar por cada tratamiento desde la superficie del suelo hasta el ápice terminal de la planta y al momento de la cosecha, con el uso de una cinta métrica.

b. Número de vainas por planta

Se contó el número de vainas de 10 plantas tomadas al azar por cada tratamiento, con la finalidad de realizar las respectivas comparaciones con todos los tratamientos.

c. Número de semillas por vaina

Se contabilizó el número de semillas de las vainas de 10 plantas tomadas al azar, por cada parcela de los tratamientos.

d. Peso de semillas (g)

Se utilizó una balanza de precisión, para lo cual se pesó los granos de las 10 plantas tomadas azar por cada parcela de los tratamientos.

e. Rendimiento (kg.ha⁻¹)

El rendimiento se obtuvo evaluando el total de las cosechas por cada tratamiento. Los rendimientos fueron registrados en kg.ha⁻¹.

f. Análisis económico

La relación costo beneficio se efectuó de acuerdo a la siguiente fórmula:

Relación Costo Beneficio = Costo de producción/Beneficio Bruto

V. RESULTADOS

5.1. Altura de planta

Cuadro 6: Análisis de varianza para la Altura de planta (m)

F.V.	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F.C.	P-valor Sig.
Bloques	0,001	2	0,001	0,667	0,540 N.S.
Tratamientos	0,088	4	0,022	22,010	0,000 **
Error experimental	0,008	8	0,001		
Total	0,097	14			

$R^2 = 91.8\%$

Promedio gral = 1.86

C.V. = 1.7%

N.S. No significativo

**Significativo ($P < 0.01$)

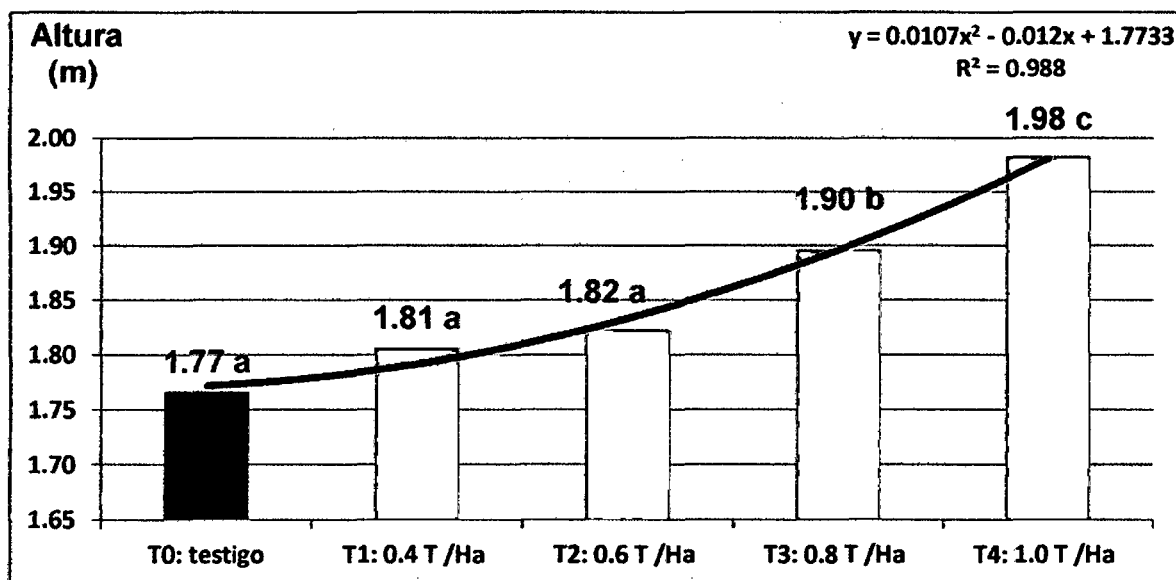


Gráfico 1: Prueba de rangos múltiples de Duncan ($P < 0.05$) para promedios de altura de planta por tratamiento

5.2. Número de vainas por planta

Cuadro 7: Análisis de varianza para el Número de vainas por planta)

F.V.	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F.C.	P-valor Sig.
Bloques	0,040	2	0,020	1,209	0,348 N.S.
Tratamientos	37,806	4	9,451	575,545	0,000 **
Error experimental	0,131	8	0,016		
Total	37,977	14			

$R^2 = 99.7\%$

Promedio gral = 11.22

C.V. = 11.3%

N.S. No significativo

**Significativo ($P < 0.01$)

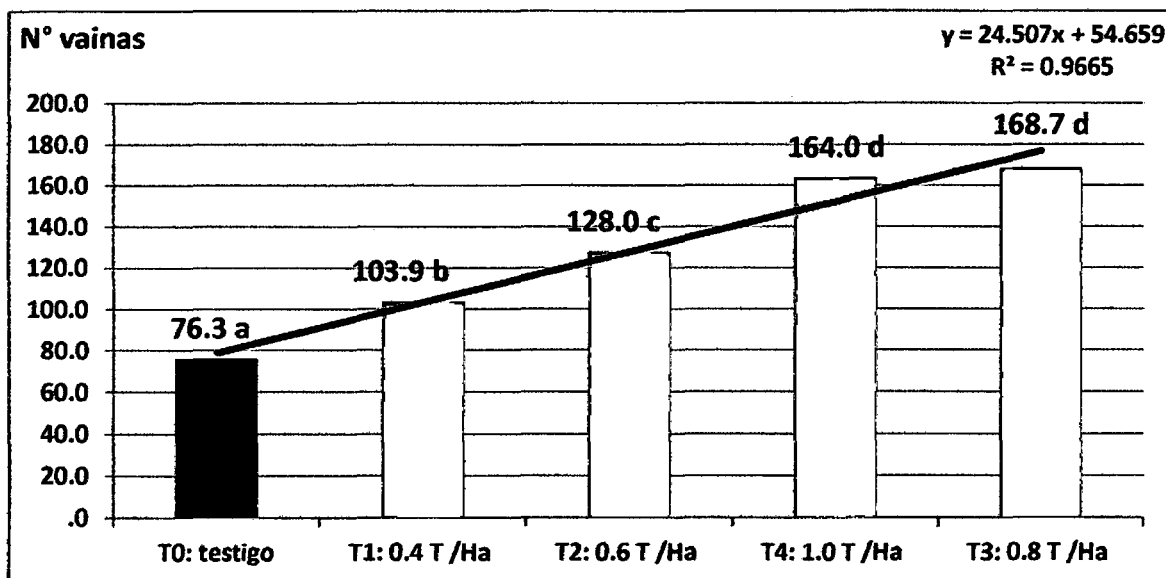


Gráfico 2: Prueba de rangos múltiples de Duncan ($P < 0.05$) para promedios de número de vainas por planta por tratamiento

5.3. Número de semillas por vaina

Cuadro 8: Análisis de varianza para el Número de semillas por vaina

F.V.	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F.C.	P-valor Sig.
Bloques	0,008	2	0,004	0,730	0,512 N.S.
Tratamientos	0,566	4	0,142	26,843	0,000 **
Error experimental	0,042	8	0,005		
Total	0,616	14			

R² = 93.2%

Promedio gral = 2.66

C.V. = 2.7%

N.S. No significativo

**Significativo (P<0.01)

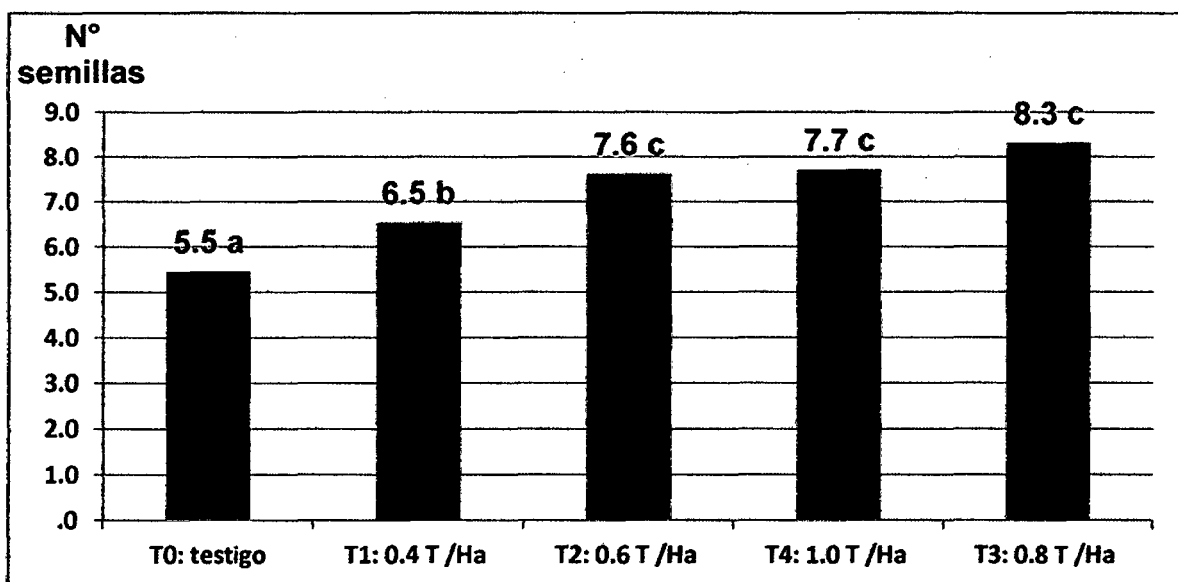


Gráfico 3: Prueba de rangos múltiples de Duncan (P<0.05) para promedios de número de semillas por vaina por tratamiento

5.4. Peso promedio de una semilla

Cuadro 9: Análisis de varianza para el Peso de semilla (g)

F.V.	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F.C.	P-valor Sig.
Bloques	0,007	2	0,003	2,675	0,129 N.S.
Tratamientos	0,098	4	0,025	19,427	0,000 **
Error experimental	0,010	8	0,001		
Total	0,115	14			

$R^2 = 91.2\%$

Promedio gral = 0.36

C.V. = 8.8%

N.S. No significativo

**Significativo ($P < 0.01$)

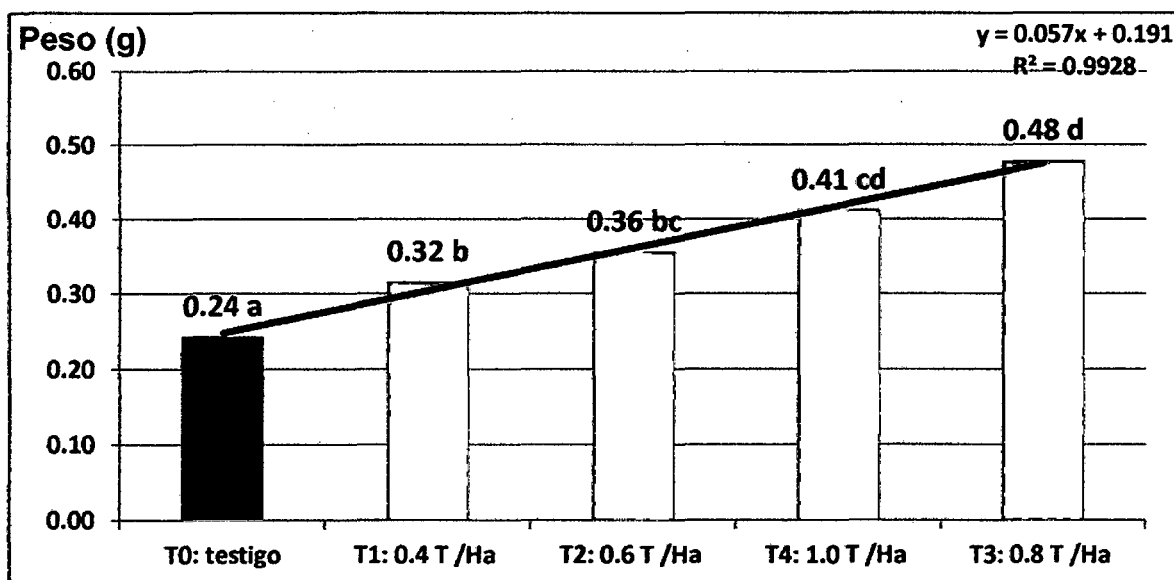


Gráfico 4: Prueba de rangos múltiples de Duncan ($P < 0.05$) para promedios de peso de semilla por tratamiento

5.5. Rendimiento

Cuadro 10: Análisis de varianza para el Rendimiento (kg/ha)

F.V.	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F.C.	P-valor Sig.
Bloques	1933255,163	2	966627,581	1,621	0,256 N.S.
Tratamientos	7,926E7	4	1,982E7	33,231	0,000 **
Error experimental	4770475,323	8	596309,415		
Total	8,597E7	14			

$R^2 = 94.5\%$

Promedio gral = 4149.7

C.V. = 18.6%

N.S. No significativo

**Significativo ($P < 0.01$)

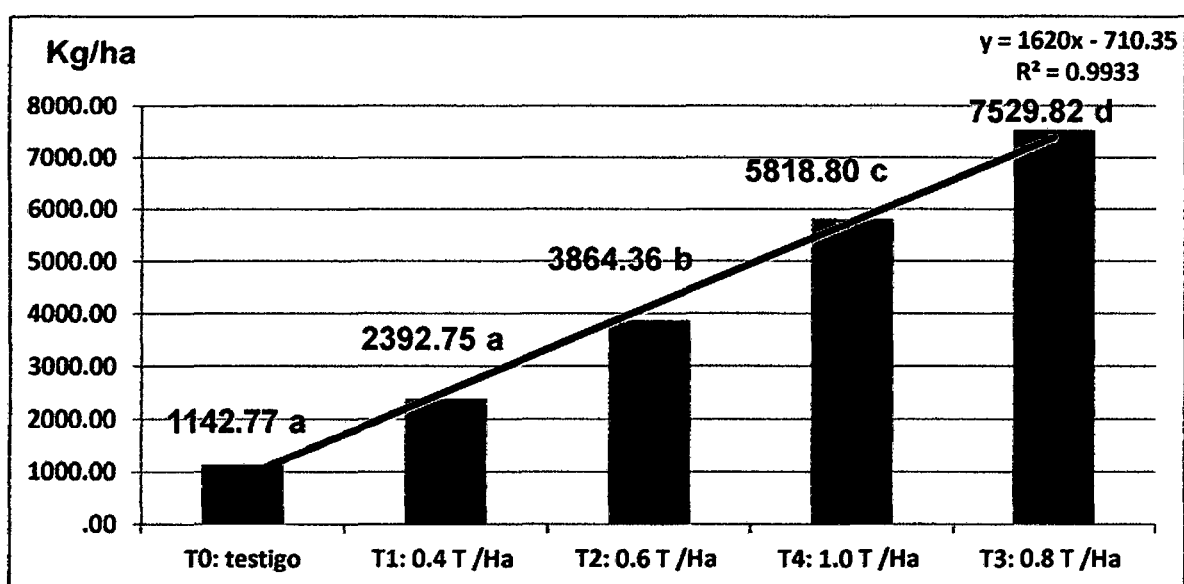


Gráfico 5: Prueba de rangos múltiples de Duncan ($P < 0.05$) para promedios de rendimiento por tratamiento

5.6. Análisis económico

Cuadro 11: Análisis económico de los tratamientos estudiados

Trats	Rdto (Kg.ha ⁻¹)	Costo de producción (S/.)	Precio de venta x kg (S/.)	Beneficio bruto (S/.)	Beneficio neto (S/.)	B/C
T0 (test)	1142.77	4014.28	2.50	2856.93	-1157.35	0.71
T1 (400 kg/ha)	2392.75	4379.28	2.50	5981.88	1602.60	1.37
T2 (600 kg/ha)	3864.36	4646.44	2.50	9660.90	5014.46	2.08
T3 (800 kg/ha)	7529.82	5132.98	2.50	18824.55	13691.57	3.67
T4 (1000 kg/ha)	5818.8	5081.88	2.50	14547.00	9465.12	2.86

VI. DISCUSIONES

6.1. De la altura de planta

El análisis de varianza para la altura de planta (cuadro 4) muestra que la fuentes de variabilidad bloques no ha reportado diferencias significativas, siendo que este resultado esta referido a que el arreglo de los bloques no representó su eficiencia en el control del error experimental, en la fuente de variabilidad tratamientos si se encontró diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$), por lo que asumimos que al menos uno de los tratamientos estudiados fue diferente estadísticamente a los demás. El efecto que han tenido los tratamientos estudiados (dosis de FERTI EM) sobre la altura de planta es explicado por el Coeficiente de Determinación (R^2) en un 91.8%. Estos resultados son confiables toda vez que la desviación estándar fue pequeña y con un coeficiente de variación (C.V.) de 1.7% la cual es aceptable para las condiciones del experimento, propuesto por Calzada (1982).

La prueba de rangos múltiples de Duncan ($P < 0.05$) presentado en el gráfico 2 para los promedios de altura de planta alcanzados por cada tratamiento, también determinó la existencia de diferencias estadísticas significativas. Ocurriendo que el tratamiento T4 (1.0 Tm.ha^{-1}) alcanzó el mayor promedio con 1.98 m de altura de planta superando estadísticamente a los tratamientos T3 (0.8 Tm.ha^{-1}), T2 (0.6 Tm.ha^{-1}), T1 (0.4 Tm.ha^{-1}) y T0 (testigo) quienes reportaron promedios de 1.90 m; 1.82 m; 1.81 cm y 1.77 m de altura de planta respectivamente.

El resultado debido al incremento de las dosis de FERTI EM en comparación al tratamiento testigo se ajustó a una función respuesta en el incremento de la altura de planta de forma lineal polinómica cuya ecuación de línea recta resultante fue $Y = 0.0107x^2 - 0.012x + 1.7733$ y una alta relación de correlación (r) de 99.4% ($\sqrt{R^2}$) entre las dosis de FERTI EM (variable independiente) y la altura de planta (variable dependiente).

Mortved *et al.*, (1992), hace énfasis en la compleja naturaleza de las relaciones entre crecimiento de la planta, la concentración de nutrimentos en solución y la concentración de los mismos dentro de la planta; el crecimiento depende de varios factores que interactúan entre sí, tales como: el abastecimiento de nutrimentos, el rango de absorción de los nutrimentos, la distribución de éstos hacia sitios funcionales y la movilidad de los mismos. Grandes progresos se han logrado a éste respecto, principalmente en lo relativo a los problemas en los puntos de conexión entre factores interactuantes.

Aprolab (2007). menciona que los microorganismos eficaces influyen en muchas propiedades del suelo, principalmente en relación con la disposición de nutrientes, porque la actividad biológica del suelo juega un papel importante en la oxidación y la reducción de los elementos esenciales convirtiéndolos de formas no aprovechables a formas aprovechables por la plantas. Estos microorganismos efectivos, cuando entran en contacto con materia orgánica, secretan sustancias beneficiosas como vitaminas, ácidos orgánicos, minerales quelados y antioxidantes que ejercen efectos directos en

el crecimiento de las plantas. Cambian la micro y macro flora de la tierra y mejora el equilibrio natural de manera que la tierra que causa enfermedades se convierte en tierra que suprime enfermedades. En comparación con estudios y trabajos realizados en el cultivo de frijol en cuanto altura de planta. Gonzales (2012), con densidades (222 222 plantas.ha-1) y (166 666 plantas.ha-1) los valores máximos obtenidos para estos parámetros logrando una altura de planta de 59.53 cm y 59.28 cm, lo cual nos indica que con la aplicación de Ferti EM, se obtiene un mayor resultado en altura de planta.

6.2. Del número de vainas por planta

El análisis de varianza para el número de vainas por planta (cuadro 5) muestra que la fuentes de variabilidad bloques no ha reportado diferencias significativas, siendo que este resultado esta referido a que el arreglo de los bloques no representó su eficiencia en el control del error experimental, en la fuente de variabilidad tratamientos si se encontró diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$), asumiéndose que al menos uno de los tratamientos estudiados fue diferente estadísticamente a los demás. El efecto que han tenido los tratamientos estudiados (dosis de FERTI EM) sobre el número de vainas por planta es explicado por el Coeficiente de Determinación (R^2) en un 99.7%. Estos resultados son confiables toda vez que la desviación estándar fue pequeña y con un coeficiente de variación (C.V.) de 11.3% la cual es aceptable para las condiciones del experimento, propuesto por Calzada (1982).

La prueba de rangos múltiples de Duncan ($P < 0.05$) presentado en el gráfico 3 para los promedios de número de vainas por planta alcanzados por cada tratamiento, también determinó la existencia de diferencias estadísticas significativas. Siendo que los tratamientos T3 (0.8 Tm.ha^{-1}) y T4 (1.0 Tm.ha^{-1}) alcanzaron los mayores promedios con 168.7 vainas y 164.0 vainas por planta respectivamente y superando estadísticamente a los tratamientos T2 (0.6 Tm.ha^{-1}), T1 (0.4 Tm.ha^{-1}) y T0 (testigo) quienes alcanzaron promedios de 128.0 vainas, 103.9 vainas y 76.3 vainas por planta respectivamente.

El resultado por efecto del incremento de las dosis de FERTI EM en comparación al tratamiento testigo se ajustó a una función respuesta en el incremento del número de vainas por planta de forma lineal positiva cuya ecuación de línea recta resultante fue $Y = 24.507x + 454.659$ y una alta relación de correlación (r) de 98.3% ($\sqrt{R^2}$) entre las dosis de FERTI EM (variable independiente) y el número de vainas por planta (variable dependiente). El efecto del incremento de las dosis de FERTI EM, a excepción del T4 (1.0 Tm.ha^{-1}) que a pesar de haber superado estadísticamente al T0 (testigo) no ha conseguido una respuesta que supere al T3 (0.8 Tm.ha^{-1}) posiblemente por haber desarrollado reacciones antagónicas o sinérgicas.

Fageria (2001), menciona que la interacción entre nutrientes en las plantas cultivadas ocurre cuando al abastecimiento de uno de los nutrientes afecta la absorción y utilización de otros nutrientes, este tipo de interacción es muy común cuando un nutriente tiene un exceso de concentración en el medio de

6.4. Del peso promedio de una semilla

El análisis de varianza para el peso promedio de una semilla (cuadro 7) muestra que la fuentes de variabilidad bloques no ha reportado diferencias significativas, siendo que este resultado esta referido a que el arreglo de los bloques no representó su eficiencia en el control del error experimental, en la fuente de variabilidad tratamientos si se encontró diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$), por lo que se asume que al menos uno de los tratamientos estudiados fue diferente estadísticamente a los demás. El efecto que han tenido los tratamientos estudiados (dosis de FERTI EM) sobre el peso promedio de una semilla es explicado por el Coeficiente de Determinación (R^2) en un 91.2%.

Estos resultados son confiables toda vez que la desviación estándar fue pequeña y con un coeficiente de variación (C.V.) de 8.8% la cual es aceptable para las condiciones del experimento, propuesto por Calzada (1982). La prueba de rangos múltiples de Duncan ($P < 0.05$) presentado en el gráfico 5 para los promedios del peso promedio de una semilla alcanzados por cada tratamiento, también determinó la existencia de diferencias estadísticas significativas. Siendo que los tratamientos T3 (0.8 Tm.ha^{-1}) y T4 (1.0 Tm.ha^{-1}) alcanzaron los mayores promedios con 0.48 g y 0.41 g de peso promedio de una semilla respectivamente y superando estadísticamente a los tratamientos T1 (0.4 Tm.ha^{-1}) y T0 (testigo) quienes reportaron promedios de 0.32 g y 0.24 g de peso promedio de una semilla respectivamente.

El resultado por efecto del incremento de las dosis de Ferti EM en comparación al tratamiento testigo se ajustó a una función respuesta en el incremento del peso promedio de una semilla de representación lineal positiva cuya ecuación de línea recta resultante fue $Y = 0.057x + 0.191$ y una alta relación de correlación (r) de 99.64% ($\sqrt{R^2}$) entre las dosis de FERTI EM (variable independiente) y el peso promedio de una semilla (variable dependiente). El efecto del incremento de las dosis de FERTI EM, a excepción del T4 (1.0 Tm.ha⁻¹) que a pesar de haber superado estadísticamente al T0 (testigo) no ha conseguido una respuesta que supere al T3 (0.8 Tm.ha⁻¹) posiblemente por haber desarrollado reacciones antagónicas o sinérgicas.

Muchos elementos que están presentes en los suelos tienen un efecto en el comportamiento de otros elementos en el suelo. Estos efectos pueden ser o antagónicos o sinérgicos, y tienen implicancias muy significativas en relación a la nutrición de la planta. El potasio tiene un fuerte efecto antagónico sobre el magnesio. Este efecto es uno de los más fuertes y más frecuentes conflictos encontrados en la nutrición de plantas. Deficiencias de Mg causadas por K han sido reportadas con frecuencia en una gran variedad de cultivos. El efecto negativo del K sobre la absorción de Mg es una razón importante para incluir Mg en programas universales de fertilización tal como lo corrobora Fageria, (2001).

Las bacterias fotosintéticas son microorganismos autosuficientes e independientes. Ellas sintetizan las sustancias útiles producidas por la secreción de las raíces, materia orgánica y/o gases perjudiciales (como el

sulfuro de hidrógeno) utilizando la luz solar y el calor del suelo como fuentes de energía. Las sustancias benéficas está compuestas por aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias bioactivas y azúcares, todas las cuales ayudan al crecimiento y desarrollo de las plantas. Estos metabolitos son absorbidos directamente por las plantas actuando también como sustratos para el desarrollo de las bacterias. Al crecer las bacterias fotosintéticas en los suelos aumentan la cantidad de otros microorganismos eficaces. Los sustratos secretados por las bacterias fotosintéticas aumentan la disponibilidad de aminoácidos o componentes nitrogenados.

Es así que la cantidad de la VA (vesicular/arbuscular) mycorrhiza se incrementa por la disponibilidad de compuestos nitrogenados (aminoácidos) en los sustratos secretados por la actividad de la bacteria fotosintética. A su vez la VA mycorrhiza incrementa la solubilidad de los fosfatos en los suelos suministrando fósforo a las plantas. También la VA mycorrhiza puede coexistir con el *Azotobacter* y *rhizobium* como bacterias fijadora de nitrógeno, aumentando así la capacidad de fijación del nitrógeno en las leguminosas, características que se han reflejado en el desarrollo y crecimiento de la planta de frejol trepador (*Phaseolus vulgaris*) y específicamente en el peso de la semilla tal como lo corrobora (Higa, T. 1994).

6.5. Del Rendimiento

El análisis de varianza para el rendimiento (cuadro 8) muestra que la fuente de variabilidad bloques no ha reportado diferencias significativas, siendo que este resultado se refiere a que el arreglo de los bloques no representó su

eficiencia en el control del error experimental, en la fuente de variabilidad tratamientos también se encontró diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$), por lo que se asume que al menos uno de los tratamientos estudiados fue diferente estadísticamente a los demás. El efecto que han tenido los tratamientos estudiados (dosis de FERTI EM) sobre el rendimiento en $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ es explicado por el Coeficiente de Determinación (R^2) en un 94.5%. Estos resultados son confiables toda vez que el coeficiente de variación (C.V.) obtenido fue de 18.6% la cual es aceptable para las condiciones del experimento, propuesto por Calzada (1982).

La prueba de rangos múltiples de Duncan ($P < 0.05$) presentado en el gráfico 6 para los promedios de rendimiento en $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ alcanzados por cada tratamiento, también determinó la existencia de diferencias estadísticas significativas, donde el tratamiento T3 ($0.8 \text{ Tm} \cdot \text{ha}^{-1}$) alcanzó el mayor promedio con $7,529.82 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de rendimiento, superando estadísticamente a los tratamientos T4 ($1.0 \text{ Tm} \cdot \text{ha}^{-1}$), T2 ($0.6 \text{ Tm} \cdot \text{ha}^{-1}$), T1 ($0.4 \text{ Tm} \cdot \text{ha}^{-1}$) y T0 (testigo) quienes reportaron promedios de $5,818.8 \text{ Kg} \cdot \text{ha}^{-1}$; $3,864.36 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$; $2,392.75 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ y $1,142.77 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de rendimiento respectivamente.

El resultado por el incremento de las dosis de FERTI EM en comparación al tratamiento testigo se ajustó a una función respuesta en el incremento del rendimiento en $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de forma lineal positiva cuya ecuación de línea recta resultante fue $Y = 1620x + 710.35$ y una alta relación de correlación (r) de 99.66% ($\sqrt{R^2}$) entre las dosis de FERTI EM (variable independiente) y el rendimiento en $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ (variable dependiente). El efecto del incremento de las

dosis de FERTI EM, a excepción del T4 (1.0 Tm.ha⁻¹) que a pesar de haber superado estadísticamente al T0 (testigo) no ha conseguido una respuesta que supere al T3 (0.8 Tm.ha⁻¹) posiblemente por haber desarrollado reacciones antagónicas o sinérgicas.

Con relación al rendimiento puede observarse cierto beneficio de la materia orgánica como fuente de abono en relación con el testigo, lo cual nos indica que la fertilidad de los suelos se puede mejorar incorporando éstos abonos en condiciones y proporciones adecuadas con un uso racional y óptimo para un determinado cultivo. Dado que los resultados no han respondido a la lógica de que a mayor dosis de Ferti EM mayor debió ser el rendimiento, en tal sentido, manifestamos que es necesario recordar que los cultivos, no distinguen a los elementos por sus cantidades sino más bien por su equilibrio. Es decir, la planta requiere una fertilización completa y bien equilibrada, al igual que el resto de seres vivos.

Las últimas investigaciones a este respecto, a la hora de abordar la nutrición vegetal, se basan en las interacciones iónicas que ocurren cuando el suministro de un nutriente afecta a la absorción, distribución o función de algún otro. Son los conocidos antagonismos y sinergismos entre los diferentes elementos. Estas interacciones y antagonismos conducen, por lo general, a desequilibrios fisiológicos nutricionales que se manifiestan en los órganos de las plantas que se analizan. El antagonismo consiste en que el aumento por encima de cierto nivel de la concentración de un elemento reduce la absorción de otro. Ejemplos: Na/Ca, K/Mg, Ca/Mg y K, Ca/Fe, Mn, Zn y B, Fe/Mn, N/K.

Por otro lado, un sinergismo consiste en que el aumento en la concentración de un elemento favorece la absorción de otro. Ejemplo N/Mg, P/Mg. Puede darse el caso de existir sinergismo negativo, donde la carencia de un determinado elemento propicia la deficiencia de otro, como el caso B/Ca.

En muchas ocasiones dos elementos pueden comportarse como sinérgicos o antagónicos en función de sus proporciones relativas, de esta forma si guardan un correcto equilibrio se muestran como sinérgicos, por lo que es necesario manifestar que todo elemento es potencialmente tóxico en altas concentraciones, las plantas seleccionan limitadamente en cantidad y calidad los elementos que absorbe, es así que su composición refleja las condiciones medias. Que un elemento sea deficiente o excesivo depende de su disponibilidad y/o interferencias en el lugar de desarrollo. Tal como lo manifiesta Malavolta *et al.*, (1997).

En comparación con estudios y trabajos realizados en el cultivo de frijol en cuanto rendimiento Estrada y Peralta (2004), con dosis media y alta usadas del fertilizante orgánico gallinaza los valores máximos obtenidos para estos parámetros logrando 2823.47 kg /ha y 2712.82 kg/ha, lo cual nos indica que con la aplicación de Ferti EM, se obtiene mayores resultado en el rendimiento del cultivo.

6.6. Del análisis económico

En el análisis económico de los tratamientos (cuadro 9), se presentan los tratamientos, rendimiento en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, costos de producción (S/.) precio actual en mercado por kilogramo de producto (S/.), beneficio bruto y neto (S/.) y la relación Beneficio / Costo obtenido por tratamiento. Se ha considerado el precio actual al por mayor en el mercado local calculado en S/ 2.5 nuevos soles por kg de frejol trepador.

Se observa que todos los tratamientos que recibieron dosis de fertilizante orgánico enriquecido con microorganismos eficientes (FERTI EM) arrojaron valores de B/C positivos, siendo el tratamiento T3 ($800 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) fue el que generó mayor riqueza con un valor B/C de 3.67 y un beneficio neto de S/. 13,691.57 nuevos soles, seguido de los tratamientos T4 ($1000 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), T2 ($600 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) y T1 ($400 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) quienes reportaron valores B/C de 2.86, 2.08 y 1.37 con beneficios netos de S/.9,465.12; S/.5,014.46; y S/.1,602.60 nuevos soles respectivamente. El Tratamiento T0 (testigo) obtuvo un valor B/C de 0.71 y un beneficio neto negativo de S/. -1,157.35 nuevos soles.

Resultados menores obtuvieron Gonzales (2012), que obtuvo el valor máximos en relación B/C con 1,26. Se puede apreciar que todos los tratamientos a los que se les aplicó las dosis de Ferti EM arrojaron índices superiores a cero, lo que significó que los ingresos netos fueron superiores a los egresos netos, en otras palabras, los beneficios (ingresos) fueron mayores a los costos de producción (egresos) y en consecuencia los tratamientos generaron riqueza.

VII. CONCLUSIONES

Las conclusiones a las cuales llegamos se sustentan en los resultados y las discusiones realizadas por cada variable evaluada.

- 7.1. Con la aplicación de 0.8 Tm.ha^{-1} (T3) de FERTI EM se obtuvo el mayor promedio de rendimiento con $7,529.82 \text{ kg.ha}^{-1}$, superando estadísticamente a los tratamientos T4 (1.0 Tm.ha^{-1}), T2 (0.6 Tm.ha^{-1}), T1 (0.4 Tm.ha^{-1}) y T0 (testigo) respectivamente.
- 7.2. La aplicación de 0.8 Tm.ha^{-1} (T3) y 1.0 Tm.ha^{-1} (T4) de FERTI EM se alcanzaron los mayores promedios en número de vainas por planta, número de semilla por vaina y peso promedio de una semilla con 168.7 vainas, 164.0 vainas; 8.3 semillas, 7.7 semillas por vaina y 0.48 g y 0.41 g de peso promedio de una semilla respectivamente, superando estadísticamente a los promedios obtenidos por los demás tratamientos.
- 7.3. Los tratamientos que recibieron dosis de fertilizante orgánico enriquecido con microorganismos eficientes (FERTI EM) arrojaron valores de B/C positivos, siendo el tratamiento T3 (800 kg.ha^{-1}) fue el que generó mayor riqueza con un valor B/C de 3.67 y un beneficio neto de S/. 13,691.57 nuevos soles, seguido de los tratamientos T4 (1000 kg.ha^{-1}), T2 (600 kg.ha^{-1}) y T1 (400 kg.ha^{-1}) quienes reportaron valores B/C de 2.86, 2.08 y 1.37 con beneficios netos de S/.9,465.12; S/.5,014.46; y S/.1,602.60 nuevos soles respectivamente. El

Tratamiento T0 (testigo) obtuvo un valor B/C de 0.71 y un beneficio neto negativo de S/. -1157.35 nuevos soles

VIII. RECOMENDACIONES

Para las condiciones de suelo y clima de la zona en estudio y para el cultivo del frijol trepador (*Phaseolus vulgaris*) Variedad Huasca poroto, recomendamos:

- 8.1.** La aplicación de 800 kg.ha⁻¹ de fertilizante orgánico enriquecido con microorganismos eficientes (FERTI EM) por aseguramos un mayor rendimiento y rentabilidad.
- 8.2.** Ensayar con otras investigaciones en otras condiciones de suelo y épocas del año poniendo énfasis en los cultivos de mayor importancia en la región San Martín y poder validar los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación.
- 8.3.** Difundir a las entidades públicas y privadas, sobre la importancia que tiene la adopción de nuevas tecnologías como son los microorganismos eficaces, con el fin de disminuir el uso de agroquímicos y la implicancia que tiene el ambiente.

IX. BIBLIOGRAFÍA

1. Alcina, L. (1978). *Horticultura General*. Segunda Edición. Editorial Simple. España. Pp. 32 - 38.
2. Avila silva L. (2014). Tesis. Dosis de fertilizantes con microorganismo eficientes (FERTI EM) en el cultivo de rabanito (*Raphanus sativus L.*) en la provincia de Lamas. UNSM-Tarapoto. 46 pág.
3. Arolap. (2007). "Manual para la producción de compost con microorganismos eficaces". [http://www.em-la.com/archivos-de-usuario/basedatos/manual para elaboracion_de_compost.pdf](http://www.em-la.com/archivos-de-usuario/basedatos/manual_para_elaboracion_de_compost.pdf).
4. Box, M. J. (1961). "Leguminosas de grano". Salvat editores S.A. Barcelona. 311 pág.
5. Calzada, B. (1982). *Métodos Estadísticos para la Investigación*. Editorial Milagros S.A. Lima-Perú. 644 Págs.
6. Cervantes, F. A. (1997). *Abonos orgánicos*. [En línea]. [Citado 10 Octubre 2009]. Disponible en la World Wide Web: <http://www.infoagro.com/abonos/abonos_organicos.htm
7. Córdova, D. (2006). *Experiencias de una agricultura tradicional campesina en el cultivo de frejol (Phaseolus sp.) y otras leguminosas de grano, en el distrito de Tres Unidos - San Martín*.
8. Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT. (1982). "Etapas de desarrollo de la planta de frijol común". CIAT, Cali - Colombia. Guía de estudio. 26 p.

9. Espinosa, A. (1990). Producción y tecnología de semillas mejoradas de Frijol por el INIFAP en el escenario sin la PRONASE. *Agronomía Mesoamericana* 1
10. Estrada G., M Y peralta C., J (2004). Evaluación de dos tipos de fertilizantes orgánico (gallinaza y estiércol vacuno) y un mineral en el crecimiento y rendimiento del cultivo de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) Variedad Dor – 364, postrera 2001 UNA– Nicaragua. 60 pag.
11. Fageria, V.D. (2001) Nutrient interactions in crop plants. *Journal of Plant Nutrition*, 24(8):1269-1290.
12. Flor, M. C. (1995). “Revisión de algunos criterios sobre la recomendación de fertilizantes en frijol”. En: *Frijol: Investigación y producción CIAT 1995*. pp. 287-312
13. Gianella, F. (1993). ¿Qué significa agricultura ecológica u orgánica? *Cultivando* N° 6. p 6-7.
14. Gonzales tuesta R. (2012). Tesis. Respuesta del rendimiento y de los componentes de la arquitectura de la planta de frejol (*Phaseolus vulgaris* L.) en función a la densidad de siembra. UNSM-Tarapoto. 64 pág.
15. Holdridge, H. L. (1970). *Clave Ecológica del Perú. Zonas de vida*. Centro Tropical de Investigación y Enseñanza. Lima. Perú. 367 – 368 Págs. Kalmas, E y D. Vázquez. 1996. *Manual de Agricultura Ecológica. Una introducción a los principios básicos y su aplicación*. Donación ACAO. Ed. Enlace. Nicaragua. p. 27 – 28.
16. Higa, T. (1994). *Microorganismos beneficiosos y provechosos “PARA UNA AGRICULTURA Y MEDIO AMBIENTE SOSTENIBLE”* Universidad de Ryukyus Okinawa, Japón.

17. INIA. (2012). Cultivo de frijol ucalino con uso de espalderas. [En línea]. Peru. [Citado 15 Octubre 2012]. Disponible en la World Wide Web: <<http://www.inia.gob.pe/boletin/bcit/boletin0001/ntpucallpa.htm#ntpucallpa>
18. Kalmas, E y D. Vázquez. (1996). Manual de Agricultura Ecológica. Una introducción a los principios básicos y su aplicación. Donación ACAO. Ed. Enlace. Nicaragua. p. 27 – 28.
19. Malavolta E, Vitti G, de Oliveira S. (1997). Avaliacao do estado nutricional das plantas: Principios e aplicacoes. 2ª. Ed. POTAFOS. Piracicaba, Sao Paulo, Brasil.
20. Ministerio de Agricultura. (2009). El cultivo de Maracuyá (*Passiflora edulis* form. Flavicarpa). Gerencia Regional Agraria La Libertad, Trujillo-Perú. 30 Págs.http://www.agrolalibertad.gob.pe/sites/default/files/MANUAL%20DEL%20CULTIVO%20DE%20MARACUYA_0.pdf.
21. Ministerio de Agricultura y Riego. (2014). Intenciones de Siembra Campaña Agrícola 2013-2014.
22. Mortvedt, J. J., P. M. Giordano and W. L. Lindsay. 1992. Micronutrients in agriculture. SSSA, Inc. Madison, Wis.
23. Paleso. (2013). “Usos del (FERTI EM) para aplicaciones en la agricultura”. <http://www.bioem.com.pe/usosdelem/aplicaciones-en-agricultura/>.pdf.
24. Paretas, J. J.; J. L. Aspiolea, A. Avila; G. Crespo; S. González; M. López y M. Hernández. (1983). Fertilización de Pastos y Forrajes. I Reunión Nacional de Agroquímica. A.C.C. p.10.
25. Porvenir. (2001). Suelo, abono y materiales orgánicos (en línea). Bolivia. Consultado 21 Mar. 2008. [En línea]. [Citado 23 Octubre 2009]. Disponible en la World Wide Web: <http://www.porvenir.solarquest.com/news/article>.

26. RAAA. (2002). Abonos orgánicos (en línea). Perú. Consultado 21 Mar. (2008).
[En línea]. [Citado 23 Octubre 2009]. Disponible en la World Wide Web:
<<http://www.geocities.com/raaaperu/ao.html#top>
27. Rebolledo, J. (1970). Como se hacen y emplean los abonos. Manuales prácticos. Editorial GLEM. Buenos Aires.
28. Rengifo, C. (1999). "Recomendaciones técnicas y paquetes tecnológicos de los cultivos de frejol, caupí, soya y maní en San Martín". UNSM – Tarapoto. 17 p.
29. Rojas, J. (1997). Ensayo de evaluación de 15 líneas de frijol para altas temperaturas en Pucallpa. Tesis para optar título profesional de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de San Martín. Tarapoto-Perú. 52 p.
30. Sangakkara y Weerasekera, (2001). El fenómeno de causalidad de estos resultados se ha atribuido a muchos factores. Estas incluyen una mayor liberación de EM.
31. Schafer, P. y Habet, H. (1970). "Leguminosas de grano". Informe sobre fertilización. Boletín informativo. 20 p.
32. Solórzano, H. A. (1992). "Producción de hortalizas de hoja en Tarapoto". Separata de Olericultura. DAAP- UNSM-T – PERÚ. Terán, Z.; R. Espinosa; 9. F. Fernández y G. Grass. 1994. La aplicación de biofertilizantes y cachaza en la obtención de posturas de cebollas. Cultivos Tropicales. 15 (I): 32 –35.

33. Vecco, G. (1987). Efecto de las fases lunares en el cultivo de frijol Huasca Poroto en San Roque de Cumbaza. Tesis Parea optar el Título Profesional de Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto. Perú.
34. Valladolid, CH. A. (1993). El Cultivo de Frijol (*Phaseolus vulgaris* L) en la Costa Central del Perú. INIA. Lima- Perú. 116pp.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación intitulado "Efecto de la aplicación de cuatro dosis de fertilizante orgánico enriquecidos con microorganismos eficientes (Ferti EM) en el rendimiento de grano seco del frijol trepador (*phaseolus vulgaris*) variedad Huasca Poroto en el distrito de Lamas", se llevó a cabo con la finalidad de evaluar el efecto de cuatro dosis de fertilizante orgánico enriquecidos con microorganismos eficientes (Ferti EM) en el rendimiento de grano seco del frijol trepador variedad Huasca Poroto, así como de realizar el análisis económico de los tratamientos. Se utilizó el Diseño Estadístico de Bloques Completamente al azar (DBCA), con tres repeticiones y cuatro tratamientos. Los resultados obtenidos indican que con la aplicación de 0.8 t/ha^{-1} (T3) de materia orgánica (Ferti EM) se obtuvieron los mayores promedios de rendimiento, peso de semilla, número de semillas/vaina y número de vainas por planta con $7\ 529.82 \text{ kg.ha}^{-1}$, $0,48 \text{ g}$, $8,3$ semillas y 168.7 vainas por planta respectivamente, superando estadísticamente a los promedios de los demás tratamientos, seguido del T2 (0.6 t.ha^{-1}), T4 (1 t.ha^{-1}), T1 (0.4 t.ha^{-1}) y T0 (testigo). El tratamiento T3 (0.8 t.ha^{-1}) obtuvo el mayor valor de B/C con 3.67 y un beneficio neto de $S/. 13,691.57$ nuevos soles, seguido del T2 (0.6 t.ha^{-1}), T4 (1 t.ha^{-1}) y T1 (0.4 t.ha^{-1}), quienes obtuvieron valores de B/C de 2.83 , 2.08 y 1.37 con beneficios netos de $S/. 9\ 465.12$; $S/. 5\ 014.46$; y $S/. 1\ 602.60$ nuevos soles, respectivamente. El tratamiento T0 (Testigo) obtuvo un valor B/C 0.71 y un beneficio neto negativo de $S/. -1157.35$ nuevos soles.

Palabras Claves: Efecto, dosis, Ferti EM, frijol, espaldera, análisis, económico, semilla, vaina, peso.

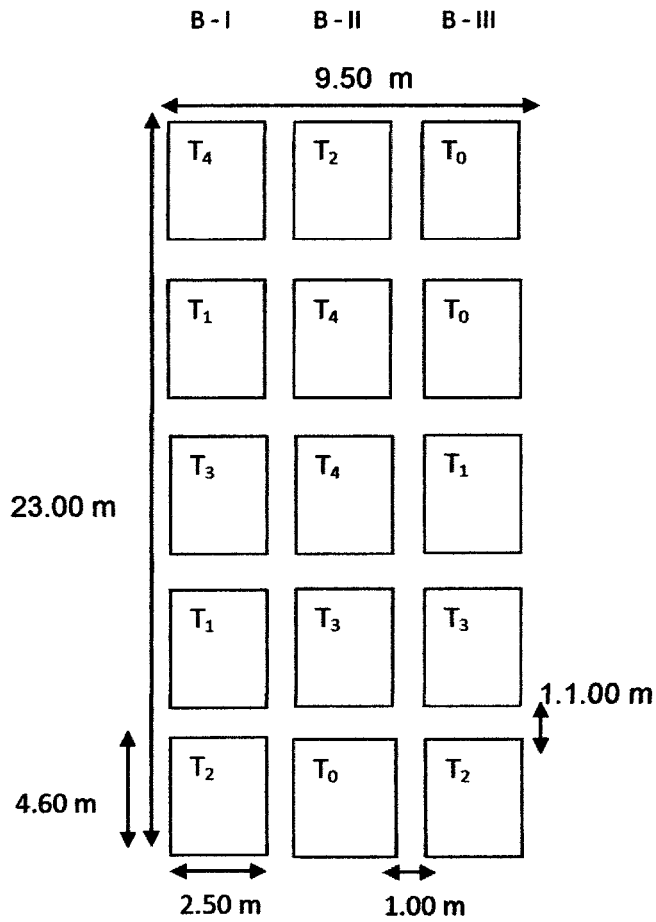
SUMMARY

The present research work entitled "Effect of the application of four doses of organic fertilizer enriched with effective microorganisms (EM Ferti) in dry seed yield of climbing bean (*Phaseolus vulgaris*) variety Huasca Poroto in the district of Lamas" took out in order to evaluate the effect of four doses of organic fertilizer enriched with effective microorganisms (EM Ferti) in dry seed yield of climbing bean variety Huasca Poroto and performing economic analysis of treatments. Statistical Design randomized complete block (RCBD) with three replications and four treatments was used. The results indicate that the application of 0.8 t / ha⁻¹(T3) of organic matter (Ferti EM) higher average yields, seed weight, number of seeds / pod and number of pods per plant with 7 529.82 kg ha⁻¹, 0.48 g, 8.3 were obtained 168.7 seeds and pods per plant respectively, statistically beating the averages of the other treatments, followed by T2 (0.6 t ha⁻¹), T4 (1 t ha⁻¹), T1 (0.4 t ha⁻¹) and T0 (control). The T3 (0.8 t ha⁻¹) treatment gave the best value of B / C with 3.67 and a net profit of S /. 13691.57 soles, followed by T2 (0.6 t ha⁻¹), T4 (1 t ha⁻¹) and T1 (0.4 t ha⁻¹), who obtained values of B / C of 2.83, 2.08 and 1.37 with net profit of S / .9 465.12; S / 5 014.46; and S / .1 602.60 soles, respectively. The treatments T0 (control) received a B / C value 0.71 and a negative net profit of S /. -1157.35 Soles.

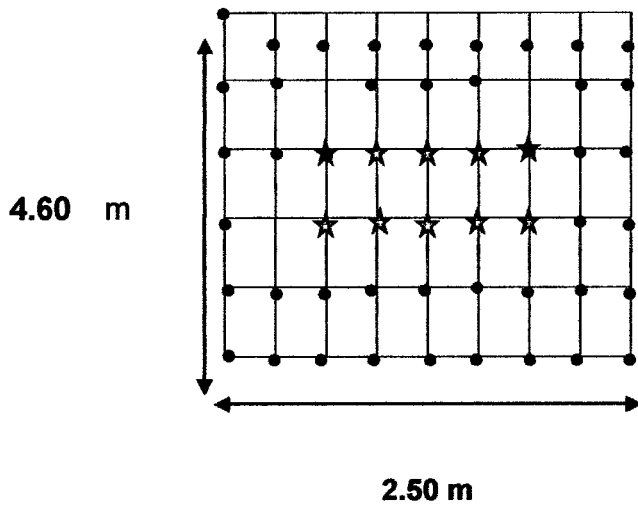
Keywords: Indeed, dose, Ferti EM, beans, trellis, analysis, economic, seed pod weight.

ANEXO

Anexo 1: Croquis de Campo Experimental



Detalle de la unidad experimental



Anexo 2: Costo de Producción por tratamiento

Variedad: Huasca poroto

Densidad de Siembra: 0.75m x 1.2m

Época de Siembra: Todo el Año.

Periodo Vegetativo: 90 días.

RUBRO	Unidad	Tratamiento T0 (testigo)			Tratamiento T1 (400kg/ha)			Tratamiento T2 (600Kg/ha)			Tratamiento T3 (800 Kg/ha)			Tratamiento T4 (1000Kg/ha)		
		Cant.	C. Unit.	C. Total	Cant.	C. Unit.	C. Total	Cant.	C. Unit.	C. Total	Cant.	C. Unit.	C. Total	Cant.	C. Unit.	C. Total
1. Prep. del Terreno				280.00			280.00			280.00			280.00			280.00
- Limpieza	Jornal	4	20.00	80	4	20.00	80	4	20.00	80	4	20.00	80	4	20.00	80
- Alineamiento	Jornal	2	20.00	40	2	20.00	40	2	20.00	40	2	20.00	40	2	20.00	40
- Removido el suelo	Hora/maquina	8	20.00	160	8	20.00	160	8	20.00	160	8	20.00	160	8	20.00	160
- Siembra	Jornal	8	20.00	160.00	8	20.00	160.00	8	20.00	160.00	8	20.00	160.00	8	20.00	160.00
4. Labores culturales				1280.00			1280.00			1280.00			1280.00			1280.00
- Deshierbo	Jornal	20	20.00	400	20	20.00	400	20	20.00	400	20	20.00	400	20	20.00	400
- Abonamiento	Jornal	4	20.00	80	4	20.00	80	4	20.00	80	4	20.00	80	4	20.00	80
- Riegos	Jornal	10	20.00	200	10	20.00	200	10	20.00	200	10	20.00	200	10	20.00	200
-Espalderamiento	jornal	30	20.00	600	30	20.00	600	30	20	600	30	20.00	600	30	20.00	600
- Cosecha	Jornal	40	20.00	800.00	40	20.00	800.00	40	20.00	800.00	40	20.00	800.00	40	20.00	800.00
6. Trasp. Y comer.	kg	1142.77	0.10	114.28	2392.75	0.10	239.28	3864.36	0.10	386.44	7529.82	0.10	752.98	5818.8	0.10	581.88
7. Insumos				100.00			340.00			460.00			580.00			700.00
- Semillas	Kg	10	10.00	100	10	10.00	100	10	10.00	100	10	10.00	100	10	10.00	100
- Fertilizante orgánico (FERTI EM)	Kg	0	0.60	0	400	0.60	240	600	0.60	360	800	0.60	480	1000	0.60	600
8. Materiales				400.00			400.00			400.00			400.00			400.00
- Machetes	Unidad	4	10.00	40	4	10.00	40	4	10.00	40	4	10.00	40	4	10.00	40
- Palanas	Unidad	4	20.00	80	4	20.00	80	4	20.00	80	4	20.00	80	4	20.00	80
- Caña brava	Unidad	200	0.50	100	200	0.50	100	200	0.50	100	200	0.50	100	200	0.50	100
- Rafia	Kg	12	5.00	60	12	5.00	60	12	5.00	60	12	5.00	60	12	5.00	60
- Alambre	kg.	15	8.00	120	15	8.00	120	15	8.00	120	15	8.00	120	15	8.00	120
Sub. Total				3134.28			3499.28			3766.44			4252.98			4201.88
- Leyes sociales (50% m.o)				880			880			880			880			880
Costo Total				4014.28			4379.28			4646.44			5132.98			5081.88