

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROFORESTAL



**Abonamiento orgánico con y sin microorganismos eficientes
en el rendimiento del maní (*Arachis hypogaea*)**

Pichari 541 msnm – Cusco 2016

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGROFORESTAL**

PRESENTADO POR:

Juan Edvar Bautista Gavilan

Ayacucho – Perú

2019

A, Elāh por ser lumbrera en mi camino.

A mis padres: Víctor y Leonor.

A mis hermanos: Edmer, Grover, Marleni y Eber.

*A mis sobrinas: Natsumi Leonor, Amy Hiyori,
Aliz Hoshi, Helen.*

A mi sobrino: Adriel.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga alma mater de mi formación profesional.

A la Facultad de Ciencias Agrarias en especial a la Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal

Al Ing. M.Sc. Alex Lázaro Tineo Bermúdez; asesor del presente trabajo, por su desinteresado apoyo, orientación en la elaboración, ejecución y culminación del trabajo de investigación, con esa calidad humana que le caracteriza.

Al Dr. Raúl Palomino Marcatoma; Dr. Rolando Bautista Gómez e Ing. Edison Rodríguez Palomino, por su importante contribución al presente trabajo.

En especial a mi madre Leonor por su apoyo en la culminación de mis estudios superiores y aliento para culminar la tesis.

A mí querido hermano Grover, por el apoyo incondicional en los trabajos de campo.

A mi tía Victoria Fernanda Ramírez de Janampa.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice general.....	iv
Índice de tablas	vi
Índice de figuras.....	vii
Índice de anexos.....	ix
Resumen.....	10
INTRODUCCIÓN	11
CAPÍTULO I	
MARCO TEÓRICO	13
1.1. Origen e historia del cultivo del maní	13
1.2. Clasificación taxonómica	13
1.3. Características morfológicas	14
1.4. Requerimientos agroclimáticos	16
1.5. Fertilidad	19
1.6. Abonos orgánicos	27
1.7. Materia orgánica.....	28
1.8. Guano de islas	31
1.9. Humus de lombriz	35
1.10. Microorganismos eficientes	38
1.11. Prácticas agronómicas en el cultivo de maní.....	43
CAPÍTULO II	
METODOLOGÍA	51
2.1. Ubicación del campo experimental	51
2.2. Antecedentes del campo experimental	51
2.3. Análisis físico químico del suelo.....	51
2.4. Análisis químico del guano de islas	52
2.5. Análisis químico del humus de lombriz	53
2.6. Condiciones meteorológicas.....	53

2.7. Diseño experimental y análisis estadístico	56
2.8. Factores en estudio	57
2.9. Distribución y dimensiones del terreno experimental	57
2.10. Instalación y conducción del experimento	59
2.11. Variables evaluadas	62

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN	64
3.1. Variables de rendimiento.....	64
3.2. Rentabilidad económica	91

CONCLUSIONES	94
---------------------------	-----------

RECOMENDACIONES	95
------------------------------	-----------

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	96
---------------------------------------	-----------

ANEXOS.....	105
--------------------	------------

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1.1. Extracción de nutrientes por el cultivo de maní (kg.ha-1).....	27
Tabla 1.2. Composición química del guano de islas.....	33
Tabla 1.3. Composición química del humus de lombriz.....	38
Tabla 2.1. Características físicas – químicas del suelo de Ccatun Rumi 541 msnm, Pichari – La Convención – Cusco.....	52
Tabla 2.2. Características químicas del guano de islas empleado en el experimento.....	53
Tabla 2.3. Características químicas del humus de lombriz empleado en el experimento.....	53
Tabla 2.4. Temperaturas máxima, mínima, media y precipitación mensual del distrito de Pichari, correspondiente a la campaña agrícola 2016.....	54
Tabla 2.5. Codificación y descripción de los tratamientos.....	57
Tabla 3.1. Análisis funcional de la varianza de la altura de planta.....	65
Tabla 3.2. Análisis funcional de la varianza del número de cápsulas por golpe...	67
Tabla 3.3. Análisis funcional de la varianza de la longitud de cápsulas.....	70
Tabla 3.4. Análisis funcional de la varianza del diámetro de cápsulas.....	73
Tabla 3.5. Análisis funcional de la varianza del número de granos por cápsula...	76
Tabla 3.6. Análisis funcional de la varianza del rendimiento de cápsulas secas más grano.....	79
Tabla 3.7. Análisis funcional de la varianza del rendimiento de grano limpio de maní.....	82
Tabla 3.8. Índice de la rentabilidad económica de la producción del cultivo de maní, Pichari 541 msnm.....	91

ÍNDICE DE FIGURAS

		Pág.
Figura 2.1.	Ubicación geográfica del experimento.....	51
Figura 2.2.	Diagrama ombrotérmico (Temperatura VS precipitación) del distrito de Pichari, 2016.....	55
Figura 2.3.	Croquis del campo experimental y distribución de los tratamientos.	58
Figura 2.4.	Características y detalle de la parcela experimental.....	59
Figura 3.1.	Prueba de Duncan ($p = 0.05$) de la altura de planta (cm), bajo la influencia del guano de islas y humus de lombriz con y sin microorganismos eficientes. Pichari 541 msnm – Cusco.....	66
Figura 3.2.	Prueba de Duncan ($p = 0.05$) del número de cápsulas por golpe, bajo la influencia del guano de islas y humus de lombriz con y sin microorganismos eficientes. Pichari 541 msnm – Cusco.....	69
Figura 3.3.	Prueba de Duncan ($p = 0.05$) de la longitud de cápsulas (cm), bajo la influencia del guano de islas y humus de lombriz con y sin microorganismos eficientes. Pichari 541 msnm – Cusco.....	72
Figura 3.4.	Prueba de Duncan ($p = 0.05$) del diámetro de cápsulas (cm), bajo la influencia del guano de islas y humus de lombriz con y sin microorganismos eficientes. Pichari 541 msnm – Cusco.....	75
Figura 3.5.	Prueba de Duncan ($p = 0.05$) del número de granos por cápsula, bajo la influencia del guano de islas y humus de lombriz con y sin microorganismos eficientes. Pichari 541 msnm – Cusco.....	78
Figura 3.6.	Prueba de Duncan ($p = 0.05$) del rendimiento de cápsulas secas más grano ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), bajo la influencia del guano de islas y humus de lombriz con y sin microorganismos eficientes. Pichari 541 msnm – Cusco.....	81
Figura 3.7.	Prueba de Duncan (0.05) del rendimiento de grano limpio ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), bajo la influencia de guano de islas con y sin microorganismos eficientes. Pichari 541 msnm – Cusco.....	84
Figura 3.8.	Prueba de Duncan (0.05) del rendimiento de grano limpio ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), bajo la influencia de humus de lombriz con y sin microorganismos eficientes. Pichari 541 msnm – Cusco.....	87
Figura 3.9.	Rendimiento de grano limpio ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), bajo la influencia del	

	guano de islas y humus de lombriz con y sin microorganismos eficientes. Pichari 541 msnm –Cusco.....	90
Figura 3.10.	Índice de rentabilidad económica de la producción del cultivo de maní, Pichari 541 msnm.....	92

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Datos de las evaluaciones realizadas.....	106
Anexo 2. Coeficientes para el análisis de los contrastes ortogonales.....	110
Anexo 3. Índice de la rentabilidad económica.....	111
Anexo 4. Costo de producción del cultivo de maní por hectárea.....	112
Anexo 5. Plano de la captura de microorganismos eficientes – EM.....	122
Anexo 6. Panel fotográfico.....	123

RESUMEN

La presente investigación se llevó a cabo, durante los meses de agosto a diciembre del 2016 en el distrito de Pichari, provincia de la Convención, región Cusco a una altitud de 541 msnm, con una temperatura media de 26.23 °C y una precipitación de 1735.20 mm/año. Los objetivos fueron evaluar el efecto del guano de islas y el humus de lombriz con y sin microorganismos eficientes en el rendimiento del maní; así como, cuantificar la rentabilidad económica de los tratamientos. El experimento fue conducido con el Diseño Bloque Completo Randomizado (DBCR) con arreglo factorial 5A x 2B (A: fuentes y niveles de abono orgánicos; B: con y sin microorganismos eficientes) distribuidos en tres bloques, haciendo un total de 30 unidades experimentales en una superficie de 300 m². Los resultados fueron sometidos al análisis funcional de la varianza (ANAFUNVA) y a la prueba de Duncan. Se ha demostrado que el abonamiento con guano de islas influye en el rendimiento de grano limpio del maní, logrando incrementos de 222 % (sin EM) a 242 % (con EM) respecto al testigo (sin abono orgánico). Los mayores rendimientos de grano limpio se reportaron con 2 t.ha⁻¹ de guano de islas con EM logrando producir 4826,12 kg.ha⁻¹ frente al testigo 1774,14 kg.ha⁻¹. El humus de lombriz influye en el rendimiento de grano limpio de maní, mejorando su rendimiento de 193 % (sin EM) a 209 % (con EM) respecto al testigo (sin abono orgánico). Los mayores rendimientos de grano limpio se lograron con 10 t.ha⁻¹ de humus de lombriz con EM alcanzando un rendimiento de 4288,65 kg.ha⁻¹ frente al testigo 1774,14 kg.ha⁻¹. La aplicación del EM en las fuentes de abonos orgánicos influye en un mayor índice de rentabilidad económica; siendo los niveles de guano de islas los que resultaron mejor que el humus de lombriz, así 2 t.ha⁻¹ de guano de islas con EM generó una rentabilidad de 0.86 y una utilidad de S/. 8901.28 frente al T₁ (Testigo) con un índice de 0.10 y utilidad de S/. 673.71.

Palabras clave: Abonamiento orgánico, microorganismos, rendimiento y *Arachis hypogaea*.

INTRODUCCIÓN

El maní (*Arachis hypogaea*), es una planta anual que pertenece a la familia de la Fabaceae, cuyos frutos son cápsulas indehiscente. Es una fuente de alimento por su alto contenido de proteína, aceites, minerales y vitaminas; contribuye con el 30% de proteínas y 50% de grasas insaturadas, por su alto poder energético es incluido en la dieta alimenticia del hombre y del animal (MAG, 2008).

El maní se cultiva en climas tropicales y subtropicales de Asia, África, Australia y América, el principal productor de maní en el mundo es China, con el 39% de la producción mundial, seguido de India, Nigeria y Estados Unidos con 19, 9, y 5% respectivamente (FAO, 2002).

La producción nacional del cultivo de maní es de 6006 Tm, la superficie cosechada es de 3496 ha y rendimiento promedio de 2036 kg.ha⁻¹; a nivel de la región de Cusco existe una producción de 84 Tm, una superficie cosechada de 47 ha y rendimiento promedio de 1779 kg.ha⁻¹ (INEI, 2012)

El cultivo a nivel nacional se hace más importante por la demanda del mercado nacional e internacional, sin embargo la producción por unidad de área aún no alcanza niveles que satisfagan y que justifiquen la inversión económica en el cultivo, los rendimientos en los Valles de los ríos Apurímac, Ene y Mantaro oscilan entre 750 a 1219 kg.ha⁻¹, y las plantaciones se conducen con un bajo nivel de tecnología, este nivel de producción de la zona del VRAEM tiene sumergido al agricultor en la pobreza, lo que amerita buscar alternativas de solución, por consiguiente se propone hacer la aplicación de microorganismos eficientes a las fuentes de abono orgánicos (guano de islas y humus de lombriz) para mejorar la producción e incrementar los rendimientos.

El guano de islas es uno de los abonos naturales de mejor calidad del mundo, por su alto contenido de nutrientes y puede tener 12 % N, 11% P y 2% K, con elevada

concentración de materia orgánica que lo hace superior a los fertilizantes tradicionales, libre de contaminantes y mejorador de suelo (Proabonos, 2003; citado por Pujaico, 2012). Por otra parte el humus de lombriz es un abono orgánico 100% natural, que se obtiene de la transformación de residuos orgánicos por medio de la lombriz, es una fuente importante de nutrientes, es un mejorador de las características físico-químicas del suelo (Meléndez, 2003; citado por Zúñiga, 2016); a su vez la aplicación de microorganismo eficientes en las fuentes de abono orgánicos promueve la descomposición de materia orgánica y aumenta el contenido de humus. En base a lo expuesto, se planteó la presente investigación con los objetivos siguientes:

General

Evaluar el efecto del abonamiento orgánico con y sin microorganismos eficientes en el rendimiento de maní, en Pichari a 541 msnm – Cusco.

Específicos

1. Evaluar el efecto del guano de islas con y sin microorganismos eficientes en el rendimiento del maní.
2. Evaluar el efecto del humus de lombriz con y sin microorganismos eficientes en el rendimiento del maní.
3. Cuantificar la rentabilidad económica de los tratamientos.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. ORIGEN E HISTORIA DEL CULTIVO DEL MANÍ

1.1.1. Origen

El maní es originario de las regiones tropicales de América del Sur, probablemente de Brasil, en los últimos 25 años numerosas colecciones de ejemplares de maníes silvestres y de poblaciones de cultivos realizados en Argentina, Uruguay, Perú y Ecuador, confirman definitivamente el origen sudamericano de esta planta (Ayon, 2010).

Los conquistadores portugueses en el siglo XVIII fueron quienes introdujeron el maní en la costa occidental de África y los españoles por esa misma época en Europa. En África se difundió con rapidez, siendo esta legumbre un alimento básico de la dieta en numerosos países africanos razón por la cual algunos autores sitúan el origen del maní en este continente (Ayon, 2010).

1.1.2. Historia

Su cultivo viene realizándose desde épocas muy remotas a más de 3000 años, los pueblos indígenas lo cultivaron tal y como queda reflejado en los descubrimientos arqueológicos realizados en Ancón, Pachacamac y otras regiones del Perú. Allí se hallaron representaciones del maní en Piezas de alfarería y vasijas (Álava, 2012).

1.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

El maní es una planta fibrosa, originaria de América y llega a medir de 30 a 50 cm de altura. Los frutos crecen bajo el suelo, dentro de una vaina leñosa redondeada contiene de dos semillas a cinco semillas. Al ser su fruto una cascara leñosa sin pulpa se lo considera un tipo de fruto seco.

Álava (2012), Indica que la clasificación taxonómica del maní es la siguiente:

Reino	: Plantae.
División	: Magnoliophyta.
Clase	: Magnolipsida.
Orden	: Fabales
Familia	: Fabaceae
Género	: <i>Arachis</i>
Especie	: <i>hypogaea</i>
Nombre científico	: <i>Arachis hypogaea</i> L.
Nombre Común	: Maní, Cacahuate, Inchic.

1.3. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

1.3.1. Raíces

La planta está constituida por una raíz principal que es pivotante, la cual puede alcanzar hasta 1.30 m de profundidad, de la que a su vez se originan numerosas raíces secundarias y terciarias que forman una densa red radical, en algunas ocasiones puede producir raíces adventicias, las raíces principales y laterales forman una asociación con especies de un género de *Rhizobium* y forman pequeños nódulos redondeados o lobulados (Miranda, 2015).

El maní tiene la capacidad de formar una asociación con especies de un género de *Rhizobium* que son bacterias que captan el nitrógeno del aire, localizadas en nódulos redondeados o lobulados formadas en la raíz. El nitrógeno una vez convertido en alimento para la planta contribuye con el desarrollo vegetal, y por lo tanto con el rendimiento del cultivo (Ribadeneira & Guerrero, 2014).

1.3.2. Tallo

Es ligeramente pubescente, puede alcanzar una altura de 15 a 70 cm, el tallo principal siempre tiene crecimiento ascendente, pero las ramas que emite pueden ser ascendentes o correr en parte sobre la superficie del suelo, esto define el crecimiento erecto o rastrero de la planta (León, 2000).

Mazzani (1983) señala que el porte erecto de las plantas favorece a la ejecución de labores de cultivo y en particular a la cosecha, las plantas de porte erecto tienden a fructificar en un corto espacio alrededor de las raíces de la planta, mientras que las

variedades rastreras ubican sus frutos por el suelo siguiendo las disposiciones de las ramas. Los nudos pueden ser vegetativos cuando dan origen a una rama o bien reproductivos cuando en ellos se forman inflorescencias.

1.3.3. Hojas

Las hojas del maní, son estipuladas, formadas generalmente por 4 folíolos, elípticos y ovales o redondeados, de color verde oscuro a verde claro. Algunos cultivares pueden llegar a tener de 6 a 7 folíolos (Mendoza, H. et al. 2005).

1.3.4. Flores

Las flores pueden ser amarillas o anaranjadas, en inflorescencia salen de las axilas de las hojas o catafilos. Son espigas con tres a seis flores, con dos brácteas enteras o bifurcadas, en la base de la flor. El eje floral es corto, crece en zigzag y normalmente termina en una flor. El tubo del cáliz es de forma tubular. Las corolas son de color amarillo brillante de 0.9 - 1.4 cm de diámetro y el estandarte que es de tamaño grande frecuentemente presenta manchas moradas (León, 2000).

El androceo contiene en total 10 estambres formados en un grupo, con 9 unidos en su parte basal y un estambre libre; por ello se designa botánicamente a los estambres como diadelfos, los cuales se encuentran localizados dentro de la quilla que son dos pétalos unidos por una sutura longitudinal. El gineceo contiene el ovario, el estilo y el estigma, contenido dentro de la quilla. De acuerdo con lo antes expuesto, en androceo y el gineceo están protegidos por la quilla lo que lo convierte en una planta hermafrodita con un 97 % de autofecundación ya que una quilla hace difícil la penetración de polen en otras plantas, es decir el maní es una planta típicamente autogama (Montesinos, 2004).

INTA (1986) indica que la floración del maní es continua y su maduración sucesiva, de modo que mientras hay frutos completamente maduros otros recién empiezan a desarrollarse, y también simultáneamente pueden haber frutos que empiezan a germinar, esto último es más notable en las variedades erectas cuya semilla no tiene “periodo de reposo”. Para efectuar la cosecha es muy importante determinar cuándo se ha producido la maduración del mayor porcentaje de frutos.

1.3.5. Frutos

El fruto de maní es una cápsula indehisciente, fibrosa, de 4 a 6 cm de largo, las vainas generalmente se desarrollan bajo tierra, que por lo general contienen de 2 a 4 semillas. La semilla está constituida por una epidermis delgada y por una almendra blanca y oleosa (Ribadeneira & Guerrero, 2014).

La cápsula esta recorrida longitudinalmente por costillas o prominencias redondeadas que se unen entre sí por ramificaciones, dejando entre ellas áreas hundidas. En el fruto joven el epicarpio se compone de unas cinco capas de células alargadas en sentido tangencial, de paredes muy finas que en el fruto maduro se aplastan por completo (León, 2000).

Gillier y Silvestre (1970) mencionan que el número de granos por cápsula y la longitud están fuertemente correlacionados con el peso del grano. Por otro lado Calero, A. et al. (2019) indica que el número de frutos, legumbres o vainas por planta es un indicador que influye directamente en el rendimiento del cultivo.

1.3.6. Semillas

Las semillas pueden llegar a pesar de 0.3 a 1.5 g y son de formas algo alargadas o redondeadas, algunas con los extremos achatados oblicuamente, en especial la parte opuesta al embrión. Se encuentran cubiertas por un tegumento seminal muy delgado que puede ser blanco, crema, rosado, rojo, morado, negro, overo o jaspeado (Mendoza, H. et al. 2005).

1.4. REQUERIMIENTOS AGROCLIMÁTICOS

1.4.1. Suelo

El maní es adaptable a varios tipos de suelos pero para su mejor desarrollo se recomiendan los suelos livianos, que sean profundos (1 metro) que permita una buena penetración del ginóforo (Castañeda & soto, 1987).

El cultivo de maní se puede considerar como un cultivo poco exigente a las condiciones cambiantes de climas tropicales, sin embargo no se comporta de igual manera a los diferentes tipos de suelos, pues requiere para su mejor desarrollo aquellos que tienen textura ligera factor que restringe y define perfectamente las áreas maniseras. El suelo

más apto para el cultivo de maní debe ser de textura media: Franco limoso o franco arenoso, buen drenaje y aireación, sin capas endurecidas que obstaculicen el desarrollo de las raíces y el paso del agua (Ayala, 1975).

El suelo ideal para maní es un suelo bien drenado, de color claro, con estructura suelta, grumoso, areno-limoso, con suficiente contenido de cal y un buen contenido en materia orgánica (Asociación Naturland, 2000).

Un suelo de textura arenosa permite una germinación de los granos más rápidos y más completos que en un suelo en el que la proporción de arcilla más limo alcance de un 45 a un 60 %, como los llamados suelos pesados, que no son aptos para el cultivo de maní, debido a que presentan dificultades para lograr una fructificación regular y arrancado de las vainas para la cosecha (Ayon, 2010).

El cacahuate es cultivado en suelos con pH entre 4 y 8 incluso a 9. Los pH muy débiles que pueden conducir a un bloqueo del molibdeno necesario para la simbiosis microbiana (Vijil, J. et al. 2001)

Los suelos arenosos a pesar de tener menor fertilidad permiten obtener rendimientos altos y de buena calidad, debido a que tienen la ventaja de almacenar más temperatura, lo que permite a las plantas cumplir su ciclo vegetativo en menor tiempo que en otros tipos de suelo (Mendoza, H. et al. 2005).

Los principales cationes nutritivos para la planta son ordenados por su abundancia: Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , K^+ y NH_4^+ esto ocurre en suelos carbonados o con pH básico (Haya, 2003).

Reinaga (1995) manifiesta que una buena estructura y textura del suelo favorece en la fácil penetración de los ginóforos en el suelo, a su vez menciona que de la cantidad total de flores producidas, solo el 70% produce ginóforos y de estos solo alrededor de 30 a 40% produce frutos.

El suelo húmedo permite a los carpóforos (infrutescencia) penetrar fácilmente al suelo, garantizando que las vainas puedan formarse adecuadamente. Como lo afirma Prathima,

T. et al. (2012) el clavo que penetra el suelo necesitará de condiciones de humedad (entre otras) para el buen desarrollo y crecimiento del fruto; por lo que una adecuada humedad en la zona de fructificación (5 – 10 cm de profundidad) durante los primeros 30 días de desarrollo de los frutos es muy importante (Singh, A. et al. 2013).

1.4.2. Temperatura

El cacahuete prospera en climas cálidos, debido a que es una planta predominantemente tropical o subtropical; para su desarrollo adecuado requiere fundamentalmente de temperaturas; altas aunque también se adapta a las zonas alejadas del ecuador. En general se cultiva entre la franja comprendida entre los 45° de latitud norte y 30° de latitud sur, en altitudes desde casi al nivel del mar hasta los 1,200 metros de altura; su rango de temperatura varía entre los 20 y 40°C siendo para el crecimiento vegetativo óptimo entre 25-30° C, temperaturas encima de 36°C son nocivas para la inducción floral y aumenta notablemente la transpiración y los órganos pueden deshidratarse (Barrera, A. et al. 2002).

El poder germinativo, el crecimiento y desarrollo se reduce considerablemente con temperaturas debajo de 20°C y se detiene por completo por 14°C. El óptimo de temperatura influye en la tasa fotosintética neta, la inducción floral y el desarrollo de las vainas y por lo tanto es determinante para mejores rendimientos las zonas tropicales cálidas (Asociación Naturland, 2000).

La ocurrencia de temperaturas elevadas (>36 °C) en floración, reducen significativamente la fijación o el llenado de los frutos y consecuentemente el número de frutos. Esto indica que la respuesta del número de clavos y de frutos a la temperatura diurna es cuantitativa (Vara, P. et al. 2000).

La calidad del grano también se ve afectada por las temperaturas altas; incrementos de 40/34 °C reducen la concentración de aceite, aumentan la de proteína y modifican la composición de ácidos grasos, aunque existen diferencias genotípicas (Golombek, S. et al. 2001).

1.4.3. Altitud

El cultivo de maní en términos generales se adapta hasta una altura máxima de 1250 msnm (Ulluary J. et al. 2003).

1.4.4. Precipitación

El maní requiere para un buen desarrollo y producción, la precipitación pluvial de 400 a 1200 mm distribuidas durante el ciclo de desarrollo del cultivo para lograr un rendimiento satisfactorio. Las lluvias que se presentan a intervalos frecuentes durante el periodo de su desarrollo vegetativo, son benéficos, pero pueden ser perjudiciales si se presentan cuando las vainas se están desarrollando o madurando (Montesinos, 2013).

El tipo de suelo tiene en estos casos una influencia significativa, relacionado a su capacidad de retención de agua y dependiendo de su grado de saturación con agua en el momento de la siembra. Entre la germinación y la floración principal se necesita 300 mm para garantizar un buen crecimiento vegetativo existiendo una relación directa entre el número de brotes, flores y la formación siguiente de vainas (Asociación Naturland, 2000).

Con buena disponibilidad de agua, se produce mayor número de ginóforos y de frutos maduros, aumenta la producción de frutos, la relación de flores/frutos, la producción de materia seca y el índice de cosecha (Haro, R. et al. 2011).

1.4.5. Luminosidad

La adecuada intensidad de la luz contribuye al incremento de fenómeno de la fotosíntesis y nutrición por la planta, lo que se refleja en una mayor producción de fotosintatos; la planta de maní requiere de 10 a 13 horas de luz diarias, aspecto que incide en el aumento del contenido de aceite en la almendra, por la razón debe evitarse el crecimiento de otras plantas, ya sean malezas o de otras especies vegetales que produzcan sombra al cultivo (Barrera, A. et al. 2002).

1.5. FERTILIDAD

La técnica del abonamiento tiene como objetivo asegurar la máxima rentabilidad y eficiencia de la aplicación de los abonos orgánicos, de modo que se logre la máxima absorción de los elementos nutritivos por la planta a un mínimo costo. La cantidad de

abono que debe aplicarse depende de muchos factores; primordialmente del análisis del suelo que nos da una información de los elementos disponibles en el suelo (Chipa, 2012).

La capacidad de fijación mediante las bacterias de rhizobium se facilita mediante azufre y calcio y se reduce a través de fertilización rica en nitrógeno. Sin embargo cuando se trata de suelos livianos arenosos, que suelen ser muy frecuentes para el cultivo, puede ser muy necesaria una fertilización directa. Debido a la simbiosis del maní con micorrizas su eficiencia relacionada al fosforo es muy alta (Asociación Naturland, 2000).

En general el nitrógeno, potasio y fosforo son elementos de suma importancia y deben ser tomadas en cuenta a la hora de decidir el programa de fertilización o abonamiento. Entre algunas recomendaciones se reportan como eficientes para esta planta, utilizar 60-80-40 de NKP por ha. La planta de maní extrae grandes cantidades de fósforo, potasio y calcio del suelo, por lo que no es recomendable producir otro cultivo después de su cosecha, antes que se vuelva a sembrar maní en el mismo campo; también las aplicaciones de dolomita o caliza molida pueden ser benéficas, especialmente en suelos con un pH cercano o menor de 7.0 respecto a los microelementos no existe referencia acerca de su utilización para el abonado (Pujaico, 2012).

Ibañez, R. & Aguirre, G. (1983) mencionan que la respuesta de la producción por las proporciones de los nutrientes aplicados está relacionado a una respuesta por un elemento dado, si el suelo es pobre en este elemento.

Morales (1992) indica que la aplicación de los abonos se puede efectuar durante el pre siembra, la siembra y el pos siembra.

- **Pre siembra:** los abonos orgánicos deben aplicarse por lo menos tres o cuatro semanas antes de la siembra, se incorporan al suelo por medio de la aradura, dos o tres dosis antes de la siembra, se aplican el abono orgánico al volteo y se incorporan con rastra de dientes.

- **Siembra:** Cuando se hacen aplicaciones al tiempo de la siembra, los abonos se colocan en bandas de 5 a 10 cm de distancia de la semilla y 5 cm debajo de ella, el abono no debe quedar en contacto con la semilla.
- **Pos siembra:** se efectúa cuando el cultivo está en pleno desarrollo, en este momento se aplica el resto del nitrógeno, se recomienda aplicar el abono antes de una lluvia.

1.5.1. Nutrientes en la planta

a. Nitrógeno

El nitrógeno es esencial en todas las etapas del desarrollo de la planta y en general influye en la parte vegetativa (Robles, 1985; citado por Pujaico, 2012). A su vez el nitrógeno es esencial para el maní, que lo contiene en cantidades muy importantes, tanto en follaje como en los granos (proteínas) (Vigil, J. 2001).

El nitrógeno es uno de los constituyentes de mayor importancia en la planta, encontrándose contenido en tejidos vegetales de 2-4 % de manera seca; el resto 80-85 % corresponde a las proteínas y 10 % a los ácidos nucleicos (Berríos, 2015).

La acumulación del nitrógeno ocurre en la formación y llenado de granos, en la etapa reproductiva el nitrógeno es continuamente movilizado desde las hojas hacia los frutos en crecimiento, mejorando los rendimientos del maní (Cholaky, L. et al. 1986).

Los israelitas han demostrado que el cacahuate reacciona con intensidad a la aplicación del nitrógeno (Vijil, J. et al., 2001). Así mismo son necesarios 190 kg.ha⁻¹ de nitrógeno para producir 3000 kg. ha⁻¹ de frutos de maní.

a.1. Funciones

El nitrógeno, cuyas formas de asimilación son el ion nitrato (NO₃⁻) y ion amonio (NH₄⁺), es el motor del crecimiento de la planta. Dentro de la planta se combina con componentes generados por el metabolismo de los hidratos de carbono o carbohidratos para formar aminoácidos, proteínas y ácidos nucleicos. Además, por ser constituyente esencial de las proteínas, está involucrado en todos los procesos principales de desarrollo de las plantas y en la elaboración del rendimiento (Moreno, 2007).

El nitrógeno es de gran importancia para el desarrollo de las plantas. Una adecuada aplicación de este elemento es asociado al crecimiento vegetativo de la planta y el desarrollo de un color verde oscuro en las hojas. El suministro de nitrógeno se relaciona con el uso de carbohidratos. Cuando las cantidades de nitrógeno no son suficientes los carbohidratos se depositan en las células vegetativas causando un adelgazamiento de esta. Sin embargo cuando están en cantidades adecuadas y condiciones favorables se forman las proteínas a partir de los carbohidratos (Tisdale & Nelson, 1985).

El nitrógeno cuando es utilizado con otros elementos y con un plan eficiente de cultivo eleva el rendimiento de la cosecha. Sin embargo en cantidades excesivas y bajo condiciones puede prolongar el periodo de crecimiento y retrasar la madurez (Pujaico, 2012).

a.2. Deficiencia

Alchimia (2014) manifiesta que los signos de deficiencia de nitrógeno son lo siguiente:

- El crecimiento de las plantas es más lento.
- La floración y la producción de semillas queda seriamente mermada.
- Las plantas tienen menos defensas contra plagas y enfermedades.
- Clorosis en las hojas de la planta.

b. Fósforo

El fósforo es relativamente estable en los suelos, no presenta componentes inorgánicos como los nitrogenados que pueden ser volatilizados o lixiviados. Esta alta estabilidad resulta en una baja solubilidad que causa la deficiencia para las plantas, a pesar de la constante mineralización de compuestos orgánicos del suelo (Tisdale & Nelson, 1985).

La planta responde bien a la fertilización fosfatada, sobre todo para obtener una buena producción de frutos, ya que esta influye en el tamaño, cantidad y calidad del maní al activarse la floración, fructificación y mejor maduración. El fósforo activa el crecimiento del cacahuate y apresura su maduración. (Robles, 1985; citado por Mendoza, 2004).

El cacahuate tiene la facultad de absorber el fósforo en suelos muy pobres en este elemento. El fósforo activa el crecimiento del cacahuate y apresura su maduración; la

absorción del fósforo por la planta está vinculada a la del nitrógeno y de azufre (Gillier & Silvestre, 1970).

Además del fósforo orgánico provisto para la mineralización, la materia orgánica puede aumentar la disponibilidad de fósforo por reducción de la tendencia de fracción mineral a fijar el nutriente. Esto se debe al enmascaramiento de los sitios por fijación por el humus, los ácidos orgánicos y los quelatos de hierro y aluminio. El retorno de los residuos, incluyendo los abonos verdes en la rotación de cultivo, el mulching con varios materiales orgánicos, y la adición de abonos de origen animal y otros desechos descomponibles, pueden incrementar el fósforo disponible (Sanzano, 2019).

b.1. Funciones

Las plantas lo absorben rápidamente como ion ortofosfato primario (H_2PO_4^-) y pequeñas cantidades como HPO_4^{2-} , la absorción de esta última se incrementa a medida que aumenta el pH; el fósforo participa en importantes funciones estructurales de las plantas y juega un papel importante en la transferencia de energía; así mismo se encuentra en fuertes concentraciones en los tejidos meristemáticos, sede del crecimiento activo de la planta, estimula el crecimiento radicular (Kass, 1996). Por otra parte el fósforo promueve el desarrollo vigoroso de las plantas, favorece la floración y la fructificación con ello la cantidad y calidad de los frutos y semillas, adelantar la maduración de los frutos y el dulzor de los frutos depende de la riqueza del suelo en fosfatos y de la porosidad del terreno que aumenta la respiración de las raíces y la absorción de los nutrientes (Andrades & Martínez, 2014).

El fósforo se mueve en la planta en forma de iones ortofosfatos y como P incorporado en los compuestos orgánicos formados. De esta forma el P se mueve a otras partes de la planta donde están disponibles para más reacciones químicas desencadenando una gran cantidad de procesos esenciales para la planta.

El movimiento de nutrientes dentro de la planta depende en mucho del transporte a través de las membranas de las células, proceso que requiere energía para contrarrestar las fuerzas del osmosis; de nuevo aquí los compuestos fosfatados ricos en energía como la adenosina trifosfato (ATF) proveen la energía para el proceso (IPNI, 2010).

b.2. Deficiencia

La carencia del fósforo es acompañado con un bajo crecimiento de la planta. A este elemento se le considera esencial en la formación de semillas y se concentra en grandes proporciones en semillas y frutos (Tisdale & Nelson, 1985; citado por Pujaico, 2012).

Las plantas muestran desarrollo y madurez lentos, aspecto raquítrico de los tallos, bajo rendimientos de frutos y semillas, y en consecuencia una mala germinación de estas. En las hojas más viejas, ramas y tallos aparecen tonalidades púrpura (Moreno, 2007). Por otra lado causan deficiencia de raíces, flores estériles, caída de flores y frutos con escaso desarrollo (García, 2006; citado por Pujaico, 2012).

c. Potasio

El maní exige altas cantidades de potasio, el abonamiento potásico aumenta el número de granos por vaina asegurando una mejor fecundación de óvulos, cuando el potasio queda en la superficie en los primeros centímetros del perfil del suelo inhibe la absorción del calcio por las raíces y vainas, lo que origina la producción de capsulas vanas (Manuales para la educación Agropecuaria, 1988; citado por Mendoza, 2004).

En suelos arenosos conviene aportarlo en varias veces, ya que si no al estar disuelto en agua se perderá hacia capas más profundas, pero la materia orgánica contribuye a un mejor aprovechamiento de los abonos potásicos por retener agua, con lo que disminuye las pérdidas de potasio y evita que el potasio asimilable derive a formas que no sean asimilables (Andrades & Martínez, 2014).

c.1. Funciones

Las raíces de la planta lo absorben de la solución del suelo en forma iónica (K^+), es un elemento móvil dentro de la planta y no forma complejos orgánicos, se acumula dentro de los tejidos meristemáticos, y se le encuentra en forma soluble (iónica) dentro del jugo celular, favorece la concentración de azúcares dentro de ellas y mejora el régimen hídrico de la planta, regula el cierre y la apertura de los estomas y aumenta la tolerancia a la sequía, heladas y salinidad, participa en la síntesis de azúcar y almidón. La absorción se reduce si su contenido, en la solución del suelo, es muy baja respecto al calcio y al magnesio, el efecto del potasio en los productos de cosecha son varios: Mejoran el color de las frutas, su contenido de azúcares, el contenido de almidón, el contenido de aceites en plantas oleaginosas (Kass, 1996).

c.2. Deficiencia

Cuando el potasio está ausente, existe un pobre desarrollo de las raíces, se reduce el traslado de azúcares hacia la raíz y la fotosíntesis, y se incrementa la respiración. En las células se promueve la formación de sustancias catabólicas “putresceína”, iniciándose la muerte celular y de tejidos o necrosis. Las plantas son más susceptibles a plagas y enfermedades, adicionalmente, se retrasa el desarrollo y el crecimiento de la planta, ya que la velocidad relativa de crecimiento está relacionada con el transporte del potasio de la raíz al tallo y a las hojas, esto repercute en la apertura y cierre de estomas. Se reduce la eficiencia del uso de agua, los cuales se encuentran bajo estrés hídrico, que detiene su crecimiento, lo que ocasiona hojas flácidas y plantas más pequeñas (Moreno, 2007).

d. Calcio

Este nutriente, es requerido en elevadas cantidades por el cultivo de maní, es determinante de un adecuado llenado de granos y de una alta calidad de semillas (Gascho & Davis, 1995; citado por Fernández & Giayetto, 2017). En el momento de fructificación, cuando las necesidades de calcio son muy elevadas, la planta procura este elemento a través de las raíces, así como por los ginóforos y las cubiertas en formación. Se ha demostrado que el calcio aplicado en la zona de fructificación es absorbido por los frutos en formación incluso si el sistema radicular de la planta está situado en un medio pobre de calcio (Vijil, J., 2001).

El calcio estimula el metabolismo general de los microorganismos heterótrofos del suelo, y con ello una mayor rapidez de mineralización de la materia orgánica. La mayoría de las bacterias del suelo responsables de la conversión de NH_4^+ a NO_3^- requieren grandes cantidades de calcio, y como consecuencia, el proceso de nitrificación queda favorecido (Navarro & Navarro, 2003).

Su lenta movilidad en la planta lo hace casi siempre uno de los elementos limitantes en la productividad agrícola, y es el único elemento que puede desplazar los excesos de sodio del bulbo radicular (MINAGRI, 2011). Así mismo este elemento es poco móvil, ya que se presenta en la planta en forma de cristales de oxalato de calcio, fácilmente observables en las células epidérmicas del cacahuete (Vijil, 2001).

El calcio es un ion con carga positiva, es absorbido en el suelo a la superficie de arcilla y a las partículas orgánicas que están cargadas negativamente, el calcio es absorbido al suelo ayuda a la estabilización de la estructura del mismo (SMART, 2018).

d.1. Funciones

La absorción del calcio por la planta es pasiva y no requiere una fuente de energía. El calcio se transporta por la planta principalmente a través del xilema, junto con el agua. Por lo tanto, la absorción del calcio, está directamente relacionada con la proporción de transpiración de la planta. Las condiciones de humedad alta, frío y un bajo nivel de transpiración pueden causar deficiencia del calcio. (SMART, 2018).

Tiene gran influencia en el aprovechamiento de otros nutrientes, por lo que sus funciones tienen que ver con la calidad, no sólo de la planta sino de los frutos; así mismo es determinante en la calidad y cantidad de las cosechas (MINAGRI, 2011).

El calcio es una parte esencial de la pared celular de las plantas, este forma compuestos de pectato de calcio que dan estabilidad a las paredes celulares de las células (SMART, 2018).

d.2. Deficiencia

Los síntomas de deficiencia del calcio aparecen primero en las hojas y tejidos jóvenes e incluyen hojas pequeñas y deformadas, manchas cloróticas, hojas ajadas y partidas, crecimiento deficiente, retraso en el crecimiento de raíces y daños a la fruta (SMART, 2018).

La deficiencia de calcio se reconoce por la formación de manchas amarillas/marrones que habitualmente presentan un estrecho contorno marrón bien definido. Además se frena el crecimiento y en casos serios resulta en ápices más pequeños que no se cierran del todo. El resultado es fácil de imaginar: una cosecha muy pobre (CANNA, 2017).

1.5.2. Extracción de nutrientes por el cultivo de maní

La cantidad de nitrógeno originada de la fijación simbiótica de N no se puede calcular fácilmente. Son entre 30% y 80% del requerimiento (Asociación Naturland, 2000).

Tabla 1.1. Extracción de nutrientes por el cultivo de maní (kg.ha⁻¹).

Partes de la planta	Rendimiento	N(kg)	P ₂ O ₅ (Kg)	K ₂ O(kg)	CaO(kg)	MgO(kg)	SO ₄ ⁻ (kg)
Vainas	3 t/ha	120	25	36	18	15	22
Materia verde	5 t/ha	72	25	97	89	27	25
Total		192	50	133	107	42	47

Fuente: Asociación Naturland 2000.

García (2006); citado por Pujaiico (2012) refiere que la producción de dos toneladas de legumbres secas más cuatro toneladas de materia seca de los órganos vegetativos extraen del suelo las cantidades siguientes de elementos nutritivos:

- N : 140 kg
- P₂O₅ : 25 – 30 kg
- K₂O : 100 – 110 kg
- CaO : 60 kg
- MgO : 60 kg

1.6. ABONOS ORGÁNICOS

Los abonos orgánicos son sustancias que están constituidas por desechos de origen animal, vegetal o mixto; sin embargo, estos deberán ser convertidos en abono y ser descompuestos antes de su aplicación al suelo (Oliveira, 2010).

Los abonos orgánicos están constituidos por el guano de isla, estiércol, compost, mantillo, humus de lombriz, etc. Desde una perspectiva ecológica, los abonos orgánicos, aunque de absorción más lenta que los sintéticos, favorecen a los suelos al activar las bacterias descomponedores y a largo plazo son la mejor alternativa (Mejía, 2016).

Los abonos orgánicos, por las propias características en su composición son formadores de humus y enriquecen al suelo con este componente, modifican alguna de las propiedades y características del suelo como el pH, capacidad de intercambio iónico, quelatación de elementos, disponibilidad de fósforo, calcio, magnesio y potasio.

Los cultivos en general muestran altas respuestas a la aplicación de abonos orgánicos, aunque los abonos orgánicos contienen una concentración baja de nutrimentos en comparación a los fertilizantes químicos, la disponibilidad de estos es más constante durante el desarrollo del cultivo por la mineralización gradual a que están sometidos los materiales orgánicos (Martínez, C. et al. 1999).

IICA (2012) menciona que los cultivos muestran altas respuestas a la aplicación de abonos orgánicos; la disponibilidad de estos es más constante durante el desarrollo del cultivo en ellos están presentes casi todos los elementos esenciales, que son liberados durante la mineralización en diferentes cantidades de acuerdo a la riqueza en nutrimentos de estos materiales orgánicos; el efecto en la respuesta de los cultivos debe interpretarse como efecto conjunto sobre las propiedades físicas, químicas, biológicas y nutrimentales, que repercute en un mejor desarrollo y rendimiento de los cultivos.

Huerta (2016) hace referencia que los nutrientes que contienen los abonos orgánicos permanecen en el suelo mucho más tiempo que los artificiales, evitándose además que por lixiviación se contaminen los acuíferos o se laven más rápidamente de las capas superficiales del suelo.

1.7. MATERIA ORGÁNICA

La materia orgánica del suelo está constituida por todo tipo de residuo orgánico (vegetal o animal) que es incorporado al suelo (Guerrero, 1993; citado por Berríos, 2015).

La materia orgánica del suelo puede ser agrupada en dos categorías: la primera está constituida por el material relativamente estable, denominada humus, que es resistente a una rápida descomposición y la segunda constituye aquellos materiales de rápida descomposición como residuos frescos de la cosecha hasta aquellos que por una cadena de reacciones de descomposición se aproxima a un cierto grado de estabilidad (Tisdale & Nelson, 1991).

La materia orgánica está formada por dos tipos de materiales: a). los restos de animales y vegetales en diferentes fases de descomposición y b). El humus resultante de reacciones entre nuevas sustancias formadas (CORPOICA, 2007).

Tineo (1999); citado por Pujaico (2012) señala que la primera etapa de transformación desde los restos hasta humus, se denomina humificación; este proceso es relativamente corto (3 – 4 meses) y está regulado por las condiciones de humedad, aireación y temperatura. La segunda etapa de transformación desde el humus hasta elementos minerales asimilables por las plantas se denomina mineralización. Este proceso es relativamente de las condiciones del clima (temperatura, humedad), del suelo (pH, aireación) y manejo del mismo (laboreo, enmiendas, etc.).

Los efectos positivos de la materia orgánica que contribuye a un mejor aprovechamiento de los abonos potásicos por retener agua, con lo que disminuye las pérdidas de potasio, que al estar disuelto en agua se perdería hacia capas más profundas, y evita que el potasio asimilable derive a formas que no sean asimilables (Andrades & Martínez, 2014).

1.7.1. Efecto de la materia orgánica en las propiedades físicas del suelo

a. La estructura

La materia orgánica origina ligera cohesión en el suelo arenoso, por la acción de los coloides húmicos, los que actúan como aglutinante en ausencia de coloides arcillosos, otorgando al suelo una buena capacidad de agregación (Berríos, 2015).

b. La porosidad

La aportación de la materia orgánica al suelo provoca la disminución de su densidad aparente. Esta disminución es debido al aumento de porosidad del suelo y a una redistribución del tamaño de poros, mejora la estructura y la capacidad de retención de agua se incrementa de forma directamente proporcional (Aguilar, 2001).

c. La capacidad de almacenar agua

Los suelos de textura gruesa, con bajo porcentaje de materia fina, no retiene en forma adecuada la humedad. El agua atraviesa fácilmente los macroporos y se pierden sin ser aprovechado en su totalidad. La materia orgánica moderadamente fresca, en cambio puede absorber y retener cantidades de humedad equivalentes a varios veces sus propios pesos. Entonces al agregar a esos suelos una adecuada cantidad de materia orgánica, las partículas orgánicas especialmente al humedecerse obstruyen los poros de los suelos arenosos, aumentando su capacidad retentiva (Berríos, 2015).

1.7.2. Efecto de la materia orgánica en las propiedades químicas del suelo

a. El pH

Toda materia orgánica al ser incorporada al suelo sufre proceso de descomposición, formando ácidos orgánicos con una alta cantidad de radical carboxilo (principalmente) estos al ionizarse liberan iones H^+ , de allí que sea considerado como una buena fuente de protones por lo que tienden a acidificar el medio, bajando el pH del suelo, incrementando el poder tampón (Porta & López, 2003).

La materia orgánica tiene efecto regulador sobre el pH, es así que los suelos se acidificarán cuando la materia orgánica presenta alto contenido de ácidos húmicos (Arias, 2007; citado por Berríos, 2015).

b. La capacidad de intercambio catiónico

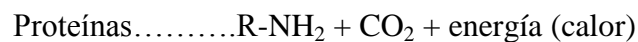
La materia orgánica tiene una capacidad de 200-400 $cmol(+)/kg$, es decir la materia orgánica tiene más alta CIC que la arcilla, los suelos con alto contenido de materia orgánica reduce la pérdida por lixiviación de los macronutrientes y micronutrientes (INTAGRI, 2015).

1.7.3. Mineralización de la materia orgánica

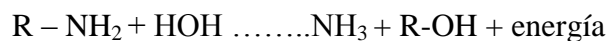
Proceso de descomposición de la materia orgánica del suelo en el cual se libera nitrógeno inorgánico. La mineralización es la transformación del nitrógeno orgánico en nitrógeno mineral, fundamentalmente amonio y nitrato (Manual de lombricultura, 2015)

Ibañez & Aguirre (1983); citado por Pujaico (2012) menciona que la mineralización de los compuestos orgánicos se realiza etapa por etapa en tres reacciones esenciales.

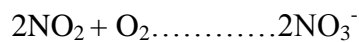
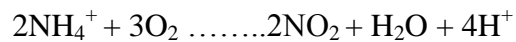
La aminización es donde las proteínas y materiales complejos son atacados por un grupo de microorganismo y bajo proceso de digestión enzimático rompen la estructura de la proteína y liberan el nitrógeno aminado.



La amonificación es aquí las aminos liberadas son atacadas por otros microorganismos, las cuales dan lugar a la formación de N amoniacal.



La nitrificación es el último proceso donde el amonio libre es transformado por otras bacterias en nitratos, y comprende a la vez dos procesos distintos, la primera donde el ión amonio es convertido a nitrito (NO_2^-) y la segunda donde los nitritos son transformados a nitratos (NO_3^-). Las dos primeras se efectúan a través de microorganismos heterótrofos orgánicos, y la tercera es realizada por bacterias autótrofos que obtienen el carbono necesario de la atmósfera que la rodea.



1.8. GUANO DE ISLAS

1.8.1. Importancia del guano de islas

Rodríguez (1956) manifiesta que desde 1840 hasta 1870, guano de isla jugó un papel trascendental en la economía de la joven república peruana; pero después de dicho período, vendría la competencia por el nitrato de Chile, que lo desplazaría del mercado mundial.

Hasta el año 1996, la división de fertilizantes de pesca Perú, estuvo encargada de su explotación y comercialización. En 1997, el ministerio de agricultura a través de su programa especial PROABONOS asumió estas actividades. El guano de islas que en años anteriores fue la columna vertebral de nuestra agricultura, es hasta el día de hoy el mejor fertilizante natural y el más barato del mundo. Su calidad es reconocida en el país y en el extranjero donde a raíz del cese de su exportación todavía se le recuerda como el “Guano del Perú” (Proabonos, 2003; citado por Morote, 2015).

Considera que el guano de islas tiene un costo más bajo que el fertilizante químico. Este abono se origina en la acumulación de las deyecciones de las aves marinas que habitan en islas y puntas del litoral peruano. Entre las aves más representativas tenemos el *Phalacrocorax bouganinivilli* lesson (guanay), *Sula variegata* Tshudi (piquero) y *Pelecanus thagus* (pelicano) (AGRORURAL, 2009).

El guano de las islas es un fertilizante natural completo, ideal para el buen crecimiento, desarrollo y producción del cultivo, contiene macro-micronutrientes como el nitrógeno,

fósforo y potasio. Elementos secundarios como el calcio, magnesio y azufre, También contiene micro elementos como el hierro, zinc, cobre, manganeso, boro y molibdeno (Mamani, 2016).

El guano de islas es uno de los abonos naturales de mejor calidad en el mundo, por su alto contenido de nutrientes, y puede tener 12% de nitrógeno, 11% de P y 2% de K (INFOAGRO, 2015). Así mismo son importantes para la formación de algunas estructuras y funciones fisiológicas del cultivo de maní, como el fósforo, potasio y otros micro elementos (Pujaico, 2012).

El guano de islas al ser un fertilizante natural completo que incorporado al suelo en forma oportuna y con un buen manejo agronómico del cultivo tiene efectos positivos en el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo (Ríos, N. et al. 2014).

1.8.2. Propiedades del guano de islas

Mamani (2016) manifiesta que entre sus propiedades más importantes tenemos:

- Abono natural no contaminante y biodegradable.
- Incrementa la actividad microbiana del suelo.
- Mejorador ideal de los suelos y no requiere agregados.
- Soluble en agua, de fácil asimilación por las plantas.
- No deteriora los suelos ni los convierte en tierras salitrosas.
- Es un fertilizante natural y completo, contiene todos los nutrientes que las plantas requieren para su normal crecimiento y desarrollo.
- Es un producto ecológico, no contamina al ambiente.
- Mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

1.8.3. Características del guano de islas

AGRORURAL (2009) señala las siguientes características:

a. Características físicas

- El guano de isla se presenta en forma polvo de granulación uniforme.
- De color gris amarillento verdoso.
- Con olor fuerte a vapores amoniacales.
- Contiene una humedad de 16 – 18 %.

b. Características químicas

- Macronutrientes: nitrógeno, fósforo y potasio.
- Elementos secundarios: calcio, magnesio y azufre.
- Micronutrientes: hierro, zinc, cobre, magnesio y boro.

Tabla 1.2. Composición química del guano de islas.

Nutriente		Contenido	
Macroelementos			
Nitrógeno	N	10 - 14	%
Fósforo	P ₂ O ₅	10 - 12	%
Potasio	K ₂ O	2 - 3	%
Elementos Secundarios			
Calcio	CaO	8	%
Magnesio	MgO	5	%
Azufre	S	16	%
Microelementos			
Hierro	Fe	320	ppm
Zinc	Zn	20	ppm
Cobre	Cu	240	ppm
Manganeso	Mn	200	ppm
Boro	B	160	ppm
Tambien contiene			
Flora Microbiana		Hongos y bacterias benéficas	

Fuente: AGRORURAL 2009.

1.8.4. Flora microbiana del guano de islas

El guano de islas además de suministrar los nutrientes indicados anteriormente, realiza aporte de microorganismos benéficos que van a enriquecer la microflora del suelo, incrementando la actividad microbiana notablemente, lo que le confiere al suelo la propiedad de "organismo vivo". Entre los microorganismos más importantes se encuentran las bacterias nitrificantes, del grupo de *Nitrosomonas* y *Nitrobáctera*, la primera transforma el amonio a nitrito y *Nitrobáctera* oxida el nitrito a nitrato, que es la forma cómo las plantas toman mayormente el nitrógeno del suelo (Pozo, 2015).

1.8.5. Precauciones en el uso y almacenamiento del guano de islas

Rodríguez (1956) menciona que bajo ninguna modalidad de uso y en cualquier cultivo, evite que el guano entre en contacto con las raíces de las plantas, pues se quemarán por

el alto contenido de materia orgánica (44.64%) en transformación, lo cual produce gran calor. Use las dosis recomendadas y evite el gasto innecesario del guano, la aplicación demasiada no aumentará el rendimiento del cultivo por lo que sugiere hacerlo en la dosis requerida.

1.8.6. Mineralización

La recolección del guano de islas se realiza cada 5 – 6 años en una misma isla o punta, durante ese periodo se va acumulando las deyecciones bajo condiciones climáticas de alta humedad relativa y temperaturas promedio de 16 °C en invierno y 25 °C en verano; estando diferentes microorganismos, entre hongos y bacterias benéficas que utilizan al guano de las islas como sustratos de alimentación, constituyendo en millones de laboratorios biológicos que se realizan una serie de reacciones bioquímicas de oxidación, transformando los productos complejos (orgánicos) en productos más simples (inorgánicos) que es la forma como las plantas toman los nutrientes (Morote, 2015).

Domínguez (1997) manifiesta que el guano de islas es un abono completo cuya eficiencia es mayor cuando se aplica en zonas como los trópicos donde su descomposición se acelera por las condiciones medio ambientales, asimismo juega un papel importante en el cultivo por lo que a mayor aplicación del abono orgánico mayor es el rendimiento.

1.8.7. Disponibilidad de nutrientes

a. Formas de nitrógeno en el guano de islas

Del nitrógeno total, en promedio el 35% se encuentra en forma disponible (33% en forma amoniacal $-\text{NH}_4^+$ y 2% en forma nítrica $-\text{NO}_3^-$); el 65% se encuentra en forma orgánica, por mineralizarse (Proabonos, 2003; citado por Morote, 2015).

b. Formas del fósforo en el guano de islas

Proabonos (2003), citado por Morote (2015) menciona lo siguiente:

Del fósforo total, en promedio el 34% se encuentra en forma disponible (ácido fosfórico H_3PO_4) y el 66% se encuentra en forma orgánica.

El resto de los elementos nutritivos (K^+ Ca^{++} Mg^{++} SO_4^- Fe^{+++} Zn^{++} Cu^{++} Mn BO_3^-) presentes en el guano de islas se van liberando en forma iónica conforme se realiza la mineralización de la materia orgánica.

Al abonar con guano de islas, en promedio el 35% de nitrógeno, fósforo y demás nutrientes presentes en el guano, están disponibles para ser absorbidas por las raíces de las plantas en forma inmediata. La forma orgánica continúa en el suelo, los cuales se van liberando en forma paulatina, aportando nutrientes gradualmente durante el crecimiento, desarrollo y producción del cultivo.

1.9. HUMUS DE LOMBRIZ

Se conoce humus de lombriz a la materia orgánica degradada en su último estado de descomposición, por efecto de los microorganismos y la actividad de las lombrices de tierra, que se encuentran químicamente estabilizada como coloide. El lombricompost o humus de lombriz es rico en enzimas y microorganismos no patógenos, es fácilmente asimilable por las plantas, antiparasitario y tiene una duración efectiva en los terrenos de cultivo de aproximadamente 5 años después de su aplicación (Fundación hogares juveniles campesinos, 2005).

El humus de lombriz presenta un conteo bacterial benéfico de bacterias aeróbicas, hongos y actinomicetos; también adiciona vitaminas, fitohormonas y enzimas las cuales tienen relación directa con la disponibilidad de nutrientes para la planta.

Al tener un pH neutro no presenta problemas de dosificación ni de fitotoxicidad, aún en aquellos casos en que se utiliza puro y en dosis excesivas, no quema ninguna planta teniendo además una duración ilimitada (Cajas, 2009).

Así mismo incrementa los nutrientes del suelo, contribuye al crecimiento de las plantas, y con su aplicación se observan cambios en las propiedades químicas, físicas y microbiológicas (Kale et al. 1992; citado por Valderrama, 1999).

La evolución del contenido de nitrógeno aumenta según las dosis de lombricompost aplicadas en el suelo, así mismo la aplicación de lombricompost aumenta el contenido de fósforo disponible, dicho incremento, corresponde al mecanismo de liberación del fósforo inorgánico (Valderrama, 1999).

El humus que es un abono orgánico con mayor contenido de bacterias, tiene 2 billones de bacterias por gramo de humus; por esta razón su uso es efectivo en el mejoramiento de las propiedades biológicas del suelo y su uso se justifica principalmente para la fertilización integral (orgánica-mineral) en cultivos y su aplicación se recomienda entre golpes, entre plantas o en bandas (INFOAGRO, 2015).

Es muy importante indicar que el humus de lombriz por sí solo no puede alimentar eficientemente a un cultivo intensivo, por ende, resulta esencial proporcionar a éste los nutrientes necesarios, a través de fertilizantes diversos, lo que logra el humus es una mejor asimilación de nutrientes, aparte de evitar pérdidas de los mismos, por escurrimiento o por lixiviación (Haya, 2003).

El humus sufre un proceso de transformación por acción de esencialmente de bacterias y actinomicas. Este proceso es relativamente lento, ocurre durante el año, siendo en la primavera y el verano más activa. Por la mineralización, los componentes orgánicos son convertidos en formas minerales; especialmente ocurre el N, P y S (Tineo, 1994).

El humus de lombriz tiene alta disponibilidad del N de esta fuente debido a su baja relación C/N y otros nutrientes, y sus efectos adicionales sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas (Haya, 2003).

En el humus, el N se encuentra formando partes de algunos aminoácidos y proteínas poco solubles, y por la mineralización son convertidos en $N-NH_4$ y $N-NO_3$, formas más aptas para la nutrición mineral de las plantas. Los fosfatos en el humus se encuentran como ácidos nucleicos, fosfolípidos, fitinas, inositolfosfatos, etc. que al mineralizarse se convierte en $H_2PO_4^-$ Y HPO_4^- . Por otro lado el azufre se encuentra formando parte de aminoácidos como la cistina y cisteína, que al mineralizarse se oxidan hasta $SO_4^{=}$ (Tineo, 1994).

La fase de mineralización es muy lenta, y en ella el humus estable recibe la acción de otros microorganismos que lo destruyen progresivamente (1 al 2% al año), liberando así los minerales que luego absorberán las plantas (Factorhumus, 2018).

Tineo (1994) menciona que el humus de lombriz cumple un rol trascendental al corregir y mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas de los suelos, influyendo de la siguiente manera:

1.9.1. Propiedades químicas

- Incrementa la disponibilidad de N, P, S, fundamentalmente del N a través del lento proceso de mineralización.
- Incrementa también la eficiencia de fertilización, particularmente nitrogenada.
- Estabiliza la reacción del suelo debido a su alto poder tampón.
- Inactiva los residuos de plaguicidas, debido a su capacidad de absorción.

1.9.2. Propiedades físicas

- Posee propiedades coloidales que al aumentar la porosidad y aireación del suelo contribuye a la infiltración y retención del agua y al desarrollo radicular.
- Mejora la estructura, dando soltura a los suelos pesados y compactos, y ligazón a los suelos sueltos y arenosos. Por consiguiente mejora la porosidad.
- Mejora la permeabilidad y aireación.
- Incrementa la capacidad de retentiva de humedad.
- Reduce la erodabilidad de los suelos.
- Confiere color oscuro al suelo, ayudando a la retentividad de la energía calorífica.

1.9.3. Propiedades biológicas

- Controla el dumping o mal de los almácigos por su pH cercano a 7 y su activa vida microbiana ya que no ofrece un medio óptimo para el desarrollo de los hongos patógenos; es fuente de energía, la cual incentiva la actividad microbiana, al existir condiciones óptimas de aireación, permeabilidad, pH y otros, se incrementa y diversifica la flora microbiana.
- Estimula la bioactividad al tener los mismos microorganismos benéficos del suelo, crea un medio antagónico para algunos patógenos existentes, neutraliza sustancia tóxicas como restos de herbicidas, insecticidas, etc. Gracias a las enzimas existen reacciones bioquímicas las cuales solubilizan elementos nutritivos para ser aprovechados por las plantas.

Tabla 1.3. Composición química del humus de lombriz.

Componentes	Valores medios
pH	7 – 7,5 %
Materia orgánica	50 – 60 %
Humedad	45 – 55 %
Nitrógeno	2 – 3%
Fosforo	1 -3 %
Potasio	1 – 1,5 %
Magnesio (Mg)	0,2 – 2,6 %
Calcio (Ca)	2,5 – 8,5 %
Fierro (Fe)	0,6 – 9,0 %
Boro (Br)	26 – 89 ppm
Carbonos orgánicos	2 – 3,5%
Ácidos húmicos	5 – 7 %

Fuente: Centro de investigación y desarrollo de Lombricultura.

1.10. MICROORGANISMOS EFICIENTES

Los microorganismos eficientes, conocidos como EM por sus siglas en inglés (efficient micro-organisms), contienen microorganismos seleccionados, incluyendo bacterias de ácido láctico y levaduras, y un número menor de bacterias fotosintéticas, actinomicetos y otros tipos de organismos. Todos estos son compatibles entre sí y pueden coexistir en cultivo líquido (Acosta, 2012).

Toalombo (2012) manifiesta que los microorganismos eficientes (EM) fueron desarrollados en la década de los 70, por el profesor Teruo Higa de la Facultad de Agricultura de la Universidad de Ryukyus en Okinawa, Japón. Teóricamente este producto comercial se encuentra conformando esencialmente por tres diferentes tipos de organismos: levaduras, bacterias ácido lácticas y bacterias fotosintéticas, las cuales desarrollan una sinergia metabólica que permite su aplicación en diferentes campos de la ingeniería, según sus promotores.

Los EM vienen únicamente en forma líquida y contiene microorganismos útiles y seguros. No es un fertilizante, ni un químico, no es sintético y no ha sido modificado genéticamente. Este se utiliza junto con la materia orgánica para enriquecer los suelos y para mejorar la flora y la labranza. Dichos microorganismos se encuentran en estado

latente y por lo tanto se utiliza para hacer otros productos secundarios de microorganismos eficientes (Toalombo, 2012)

EM es cultivo mixto de microorganismo no modificados genéticamente, con diversos tipos de metabolismo, que al encontrarse juntos presentan relaciones sinérgicas, de cooperación y cometabolismo.

Baliña, R. et al. (2012) indican que utilización de microorganismos tiene un rol protagónico y está probado que incrementa la producción en cantidad y calidad, más que atribuidas a un sólo efecto directo o indirecto, promueven lo que se denomina “efecto aditivo” una mejora en el cultivo por la pequeña mejora de muchos parámetros.

1.10.1. Principales microorganismo eficientes y su acción

Los microorganismos eficientes EM, son una combinación de microorganismos beneficiosos de cuatro géneros principales: Bacterias Fotosintéticas o fototrópicas, Bacterias ácido lácticas, levaduras y actinomicetos (Ruano, 2013).

a. Bacterias fotosintéticas (*Rhodopseudomonas spp* y otras)

Son bacterias autótrofas que sintetizan sustancias útiles a partir de secreciones de raíces, materia orgánica y gases dañinos, usando la luz solar y el calor del suelo como fuentes de energía (Ruano, 2013).

Sintetizan sustancias bioactivas antimicrobianas y sustancias útiles para las plantas, tales como hormonas y enzimas, que ayudan a promover la división celular, todo ello a partir de los aminoácidos y azúcares secretados por las bacterias fotosintéticas (Ruano, 2013).

Por otra parte la potente capacidad antioxidante de los microorganismos eficientes estos pueden generar ondas de resonancia magnética que apoya las acciones vitales e invierte las negativas en positivas (Lázaro, 2014).

b. Bacterias ácido lácticas

Las bacterias ácido lácticas (*Lactobacillus spp.*) producen ácido láctico a partir de azúcares y otros carbohidratos desarrollados por las bacterias fotosintéticas y las

levaduras. El ácido láctico, como agente altamente esterilizador, suprime microorganismos patógenos e incrementa y acelera la transformación de la materia orgánica. Además las bacterias ácido lácticas promueven la fermentación y descomposición de materiales como lignina y celulosa, eliminando así los efectos indeseables de la materia orgánica no descompuesta (Vásquez, 2008).

c. Levaduras (*Saccharomyces* spp. y otras)

Todos los miembros de *Saccharomyces* emplean diversas fuentes de carbono y energía. En primer lugar se encuentran la glucosa y la sacarosa, aunque también pueden emplearse fructuosa, galactosa, maltosa y suero hidrolizado, ya que *Saccharomyces* no pueden asimilar lactosa. También puede utilizarse etanol como fuente de carbono. El nitrógeno asimilable debe administrarse en forma de amoníaco, urea o sales amoníaco, aunque también se pueden emplear mezclas de aminoácidos, ni el nitrito pueden ser asimilados (Sánchez, 2014).

Estos microorganismos sintetizan sustancias antimicrobiales y útiles para el crecimiento de las plantas a partir de aminoácidos y azúcares secretados por bacterias fototróficas, materia orgánica y raíces de las plantas. Las sustancias bioactivas, como hormonas y enzimas, producidas por las levaduras, promueven la división celular activa. Sus secreciones son sustratos útiles para microorganismos eficientes como bacterias ácido lácticas y actinomiceto (Ruano, 2013).

Las bacterias ácido lácticas (*Lactobacillus* sp.) producen ácido láctico a partir de azúcares y otros carbohidratos desarrollados por las bacterias fotosintéticas y las levaduras. El ácido láctico, como agente altamente esterilizador, suprime microorganismos patógenos e incrementa y acelera la transformación de la materia orgánica (Acosta, 2012).

d. Actinomicetos

Tangoa (2009) indica que la estructura de los Actinomicetos, intermedia entre las bacterias y hongos, producen sustancias antimicrobianas a partir de los aminoácidos y azúcares producidos por las bacterias fotosintéticas y por la materia orgánica, que suprimen hongos dañinos y bacterias patógenas, pueden coexistir con la bacteria

fotosintética, ambas especies mejoran la calidad de los suelos a través del incremento de la actividad microbiana.

Funcionan como antagonistas de muchas bacterias y hongos patógenos de las plantas debido a que producen antibióticos (efectos biostáticos y biosidas). Benefician el crecimiento y actividad del azotobacter y de las micorrizas.

1.10.2. Modo de acción de los microorganismos eficientes (EM)

Toalombo (2012) manifiesta que el mejor uso de EM en agricultura depende de la zona, la calidad del suelo, el clima, los métodos de cultivo y la irrigación, entre otros factores. Con la aplicación de EM el suelo retiene más agua. Este cambio implica una mejora de los cultivos que incrementan su resistencia al estrés hídrico en épocas de sequía o en suelos más arenosos. Esta mejora viene dada tanto por el incremento de materia orgánica en el suelo, reduciendo la porosidad, como consecuencia de la actividad microbiana, como por el equilibrio iónico que aporta EM al suelo, favoreciendo así la interacción de las cargas superficiales de la estructura física del suelo con las cargas iónicas del agua.

1.10.3. Los microorganismos eficientes y su acción solubilizante de la materia orgánica

Los materiales orgánicos agregados al suelo son sometidos a una descomposición por microorganismos la cual libera una gran parte de los nutrientes, vitaminas, ácidos orgánicos y fundamentalmente sustancias antioxidantes. Las enmiendas orgánicas son fermentadas por diferentes especies de *Lactobacillus* y otros microorganismos productores de ácido láctico el cual funciona como agente altamente esterilizador, suprime microorganismos patógenos, incrementa y acelera la transformación de la materia orgánica, y también es uno de los ácidos orgánicos más eficientes en formar quelatos complejos. Estos microorganismos además liberan aminoácidos y glúcidos solubles como compuestos orgánicos que pueden ser absorbidos intactos por las plantas para ser utilizado provechosamente en sus procesos metabólicos. A través de los efectos antioxidantes promueven la descomposición de la materia orgánica y aumentan el contenido de humus (Acosta, 2012).

Los efectos antioxidantes de estos microorganismos pasan directamente al suelo e indirectamente a las plantas, manteniendo así el contenido alto de NPK. Este proceso aumenta el humus contenido en el suelo, siendo capaz de mantener una elevada calidad de la producción (Toalombo, 2012).

Morote (2015) manifiesta que la solución de microorganismos eficientes naturales (MEN) tiene un efecto solubilizante sobre el guano de islas, que se traduce en una mayor concentración de nutrientes disponibles para la planta, lo que permite mejorar el rendimiento del cultivo en comparación con los no inoculados.

1.10.4. Aplicación de los EM

a. En plantas

Silva (2009) menciona que los microorganismos eficientes aplicados a plantas pueden:

- Genera un mecanismo de supresión de insectos y enfermedades en las plantas, ya que pueden inducir la resistencia sistémica de los cultivos a enfermedades.
- Consumir los exudados de raíces, hojas, flores y frutos, reduciendo la propagación de organismos patógenos y el desarrollo de enfermedades.
- Incrementar el crecimiento, calidad y productividad de los cultivos.
- Promover la floración, fructificación y maduración por sus efectos hormonales en zonas meristemáticas.
- Incrementar la capacidad fotosintética por medio de un mayor desarrollo foliar.

b. En semillas

Silva (2009) indica que existe aumento de la velocidad y porcentaje de germinación de las semillas, por su efecto hormonal, similar al del ácido giberélico, aumento del vigor y crecimiento del tallo y raíces, desde la germinación hasta la emergencia de las plántulas, por su efecto como rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal, incrementa las probabilidades de supervivencia de las plántulas.

c. En suelos

Silva (2009) manifiesta que los efectos de los microorganismos en el suelo están enmarcados en el mejoramiento de las características físicas, químicas, y biológicas, la supresión de enfermedades, así como la aceleración de la descomposición natural de los residuos orgánicos dejados en el campo después de la cosecha como se describen a continuación:

- Efectos en las condiciones físicas del suelo: Acondicionador, mejora la estructura y agregación de las partículas del suelo, reduce su compactación, incrementa los espacios porosos y mejora la infiltración del agua. De esta manera se puede disminuir la frecuencia de riego y se reduce la erosión.
- Efectos en las condiciones químicas del suelo: Mejora la disponibilidad de nutrientes, solubilizándolos, separando las moléculas que los mantienen fijos, dejando los elementos disgregados en forma simple para facilitar su absorción por el sistema radical.
- 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.

1.11. PRÁCTICAS AGRONÓMICAS EN EL CULTIVO DE MANÍ

1.11.1. Preparación del suelo

Una buena preparación del suelo es fundamental para obtener la población de plantas necesaria para lograr altos rendimientos, ya que esta labor permite retrasar el desarrollo de las malezas, así como acondicionar al suelo para facilitar la penetración del agua y de las raíces. (Mendoza, H. et al. 2005).

En suelos de textura ligera, es necesario efectuar solo un barbecho procurando dejar el suelo totalmente suelto para facilitar la siembra y germinación de las semillas. Con el barbecho es muy importante que se eliminen y al mismo tiempo se incorporen al suelo los residuos del cultivo anterior (Barrera, A. et al. 2002).

a. Barbecho

Se debe hacer un barbecho de 20 a 25 cm de profundidad, de esta manera se facilita la penetración del aire, agua y las raíces al suelo y además, al voltear el suelo exponen a los depredadores los huevecillos, gusanos e insectos adultos, los cuales además son afectados por factores del clima (Pujaico, 2012).

b. Rastreo

Pujaico (2012) manifiesta que esta labor sirve para romper y reducir de tamaño los terrones que quedan en el suelo después de haber realizado el barbecho; un suelo sin

terrones facilita la siembra y propicia un mejor nacimiento de las plantas de maní. En los suelos arenosos es aconsejable solo un paso de rastra y siembra es decir, el sistema de labranza mínima

c. Nivelación

Esta práctica no deja de ser importante y deberá hacerse sobre todo en suelos con partes bajas que originan encharcamientos e inundaciones que afectan el desarrollo normal de las plantas, en este caso si no se cuenta con implementos adecuados para la nivelación del terreno, se sugiere el uso de un pedazo de riel o tablón pesado. Un terreno nivelado permite mejor distribución de agua, propicia la uniformidad en el desarrollo de las plantas y facilita la cosecha (Pujaico, 2012).

1.11.2. Semillas

El uso de semilla de calidad, es fundamental para el éxito del cultivo. La ventaja del uso de semilla certificada en el caso del maní, representa seguridad en lo referente a calidad y pureza de variedad elegida. Si no hubiera semilla certificada es recomendable que los agricultores obtengan en forma artesanal su propia semilla, para esto deben guardar en vaina parte de su cosecha, para descascararlas lo más cercano posible a la época de siembra (Mendoza, H. et al. 2005).

1.11.3. Siembra

La época de siembra del maní será determinada por el ciclo vegetativo del cultivar, y también estará en función de los factores climáticos. De modo general, en zonas de periodo lluvioso corto se debe sembrar con las primeras lluvias, cuando el suelo contenga suficiente humedad, para que permita una germinación normal (Mendoza, H. et al. 2005).

1.11.4. Densidad de siembra

La densidad de siembra difiere acuerdo a las variedades y su hábito de crecimiento. Para variedades de porte erecto pueden usarse dos semillas por golpe distanciados de 30 a 40 cm, sembradas en surcos separados entre sí de 40 a 50 cm en esta forma se requieren entre 120 y 200 kg de semilla por hectárea. Son necesarios para rendimientos altos ya que sombrea bien el suelo, reduce las ramificaciones promueve la maduración rápida uniforme (Sánchez, 1987).

La cantidad de semillas que se debe emplear por hectárea, estará en función del cultivar y del distanciamiento de siembra, los cultivares precoces y de crecimiento erecto deben ser sembradas con densidades más elevadas, de alrededor de 200000 plantas por hectárea, población que se logra con distanciamientos de 0.50 m x 0.20 m, depositando dos semillas por sitio (Mendoza, H. et al. 2005).

1.11.5. Control de malezas

El maní es afectado por la competencia de las malezas en los 30 – 40 días. A pesar que el crecimiento inicial de las raíces es bastante rápido, el desarrollo de la parte aérea es muy lento, por lo que cualquier maleza lo supera rápidamente. Además, debido a su fructificación subterráneo, las raíces de las malezas obstaculizan las labores de arranque y despique (Mendoza, H. et al. 2005).

1.11.6. Riego

El maní se adapta a cualquier sistema de riego, el que dependerá de factores como, superficie de siembra, topografía de terreno y disponibilidad de recursos económicos y de agua. A pesar de que la planta es bastante resistente a periodos de sequía, para obtener altos rendimientos requiere suficiente humedad durante las etapas de floración, formación y llenado de frutos (Mendoza, H. et al. 2005).

1.11.7. Plagas

Las plagas más importantes del cultivo de maní son: “gusano soldado” (*Spodoptera exigua* Hubner) estas orugas se alimentan del follaje, “trips” (*Frankliniella* sp), “gallina ciega” (*Phyllophaga* sp) y “gusano alambre” (*Pyrophorus mexicanus* champ.) (Barrera, A. et al. 2002).

a. Gusano soldado (*Spodoptera exigua* Hubner)

Los adultos miden entre 25 y 30 mm de envergadura. Se caracterizan por tener las alas posteriores blancas semi-transparentes, surcadas por nervaduras oscuras. Las alas anteriores son gris parduscas o cenizas, con finas líneas transversales y presentan un dibujo reniforme y orbicular de color amarillo ocre pálido característico de la especie (Caballero, 2004).

La emergencia de adultos ocurre durante la noche, horas en que desarrollan mayor actividad y durante el día permanecen ocultos en la vegetación en zonas próximas al suelo. El daño principalmente es ocasionado por las larvas al alimentarse del follaje y tallos jóvenes de las plantas, lo que ocasiona reducciones significativas en los rendimientos (Caballero, 2004).

b. Trips (*Frankliniella* sp)

Insecto que pertenece al orden Thysanoptera, familia de las Thripidae, habitan comúnmente en las flores ubicándose en las bases de los estambres y pistilos, el daño lo ocasionan en los brotes tiernos, este insecto tiene aparato bucal raspador chupador, que lesiona los tejidos provocando un exudado del agua del cual se alimenta (Mendoza, H. et al. 2005).

c. Gallina ciega (*Phyllophaga* sp)

Es considerado el insecto del suelo más destructor y problemático, se alimenta de las raíces y de las vainas del maní. El adulto es un escarabajo de color café o negruzco, su tamaño varía de dos a tres centímetros de largo, de acuerdo a la especie. Las larvas son de color blanco grisáceo o ligeramente amarillo, con la cabeza dura de color café, llegando a medir de dos a cuatro centímetros de largo (Mendoza, H. et al. 2005).

1.11.8. Enfermedades

Las enfermedades principales y que causan la disminución entre el 23 y 47% del rendimiento del maní, cuyo daño depende de las condiciones ambientales que prevalezcan. Las enfermedades son *Cercospora arachidicola*, *Puccinia arachidis* y *Rhizotonia solani* Kuehn (Barrera, A. et al. 2002).

a. La viruela temprana o Cercosporiosis (*Cercospora arachidicola*)

Mendoza, H. et al. (2005) mencionan que esta enfermedad que más incide en los cultivos de maní, se presenta durante época lluviosa o en lugares donde prevalecen constantemente las lluvias o alta humedad relativa. Es causado por el hongo *Cercospora arachidicola*. Por otro lado Pedilini (2012) manifiesta que producen defoliación, debilitamiento de tallos y de clavos, en consecuencia reduce los rendimientos, estas pueden ser identificadas por producir pequeñas manchas de color marrón, de un tamaño que oscila entre 2 a 4 mm de diámetro. Este tiene generalmente un halo amarillento

alrededor de la mancha. La temperatura diaria de 20° y 30° C con humedad relativa superior a 90% favorecen en la intensidad de los ataques. Las pérdidas de rendimiento son atribuidas a la menor fotosíntesis causada por la reducción del área foliar por muerte de tejidos y por defoliación.

b. Roya (*Puccinia arachidis*)

La roya se caracteriza por la presencia de pequeñas manchas en forma de pústulas polvorientas de color anaranjado, siempre en la cara inferior de la hoja (Joaquín, I. et al. 2005).

Las hojas dañadas por roya tienden a no desprenderse de la planta. Las uredósporas son la principal fuente de diseminación de la enfermedad, tienen vida corta en los residuos de cosecha, el patógeno sobrevive en plantas “voluntarias” de maní, la temperatura óptima de su desarrollo es de 20 a 30 °C y es favorecida con humedad relativa alta. La diseminación es principalmente por el viento, movimiento de los residuos de cosecha y por el uso de vainas o semilla con uredosporas (Ulluary, J. et al. 2003).

Generalmente aparece al final del ciclo del cultivo; incide en la aceleración de la maduración y causa defoliación, lo que no repercute en la producción. Esta enfermedad se presenta en forma de pústulas en el envés de las hojas, las pústulas contienen una masa polvorienta de color anaranjado en la parte inferior de las hojas; que son las teliosporas del patógeno (Barrera, A. et al. 2002).

c. Marchitez por Rhizotonia (*Rhizotonia solani* Kuehn)

Esta enfermedad es de distribución mundial, causa pudrición de semillas, muerte de plántulas en pre y post emergencia, pudrición de ginóforos, vainas y tizón foliar en plantas maduras. Esta enfermedad pudre las semillas de maní antes o después de la germinación, el patógeno puede estar presente en la semilla o en el suelo, el hipocótilo de la planta afectada presenta lesiones profundas café oscuro, bajo el nivel del suelo, ya que el hongo forma cojines de infección en el hipocótilo, penetra directamente y colapsa los tejidos. Las lesiones se alargan, se oscurecen llegan a las raíces y las plántulas mueren. En plantas de mayor edad se puede restringir la infección o rodear el tallo y matar la planta, si sobreviven las plantas atacadas estas se quedan enanizadas (Ulluary, J. et al. 2003).

1.11.9. Cosecha

El maní tiene un ciclo vegetativo que dura de tres a cuatro meses, su maduración es lenta y resulta difícil saber el momento más adecuado para el arranque. Si el arranque se hace antes de tiempo, muchas vainas aún no están maduras, y si se hace muy tarde, las primeras que maduraron pueden germinar (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura – IICA, 2007).

Cuando las hojas del tercio inferior empiecen a caerse, se realizara un muestreo de frutos en diferentes sitios del lote; este muestreo debe coincidir con el final del ciclo del cultivo, el cual ocurre a los cuatro meses aproximadamente, y servirá para tener una idea de cuando arrancar las plantas, si la cáscara presenta un color café y la cutícula que envuelve a la almendra ha adquirido un color rosa, entonces se procede a realizar la cosecha (Barrera, A. et al. 2002).

En suelos muy ligeros las plantas se pueden arrancar manualmente y los frutos se desprenden de las plantas en forma mecánica o manual y finalmente se asolean durante tres o cuatro días para reducir la humedad hasta un 10 o 12%, lo cual se comprueba por el sonido que produce el grano al moverse en el interior de los frutos (Barrera, A. et al. 2002).

a. Arrancado

Mendoza, H. et al. (2005) mencionan que el momento propicio para esta operación, es cuando del 60 al 70 % de las vainas presentan una coloración oscura en la parte interior de la cascara, para determinar esto, se recomienda realizar evaluaciones 10 a 15 días antes que el cultivo cumpla su ciclo vegetativo. Esta laboral puede ser de manera manual, que consiste en arrancar las plantas y colocarlas sobre el suelo con las vainas expuestas al sol para su secamiento.

b. Secado

El secado natural en el campo es aconsejable cuando las condiciones climáticas lo permiten. Para ello se recomienda días con temperaturas elevadas, baja humedad relativa, vientos suaves y al menos una semana sin lluvias. Dependiendo de la intensidad del sol, las vainas tendrán un secamiento adecuado entre 4 a 6 días de exposición en el campo (Mendoza, H. et al. 2005).

c. Trilla o desvainado

Robles (1985) menciona que es una operación que consiste en el desprendimiento de las vainas de la planta, ya sea en forma mecánica y manual arrancando los frutos o vainas. Por otro lado Joaquín, I. et al. (2005) menciona que para esta práctica manual se requiere un palo de unos 10 centímetros de diámetro colocado y amarrado de manera horizontal aproximadamente a 80 centímetros de la superficie del suelo. Esta práctica tradicional posteriormente requiere de una limpieza minuciosa de los frutos del cacahuate para eliminar ramas de las plantas, los frutos inmaduros, podridos y basura en general.

d. Desgrane

Robles (1985) menciona que el desgrane es una operación que consiste en la ruptura de las vainas para separar la semilla de la cascara. Se hace fundamentalmente a presión con desgranadoras, que tiene rodillos suaves que trillan y separan a la semilla de la cascara. Bajo buenas condiciones se debe obtener un 25 - 30% de cascara y 75 -70% de semilla.

e. Almacenado

Pedilini (2012) manifiesta que el maní debe ser almacenado en cajas con una humedad inferior al 11%. La humedad puede incrementarse durante el almacenamiento en algún sector por la migración de humedad, condensación y goteo de techos de chapa o por actividad biológica. Por lo tanto, un correcto control sanitario de plagas y una buena aireación son esenciales para el mantenimiento del maní almacenado. La pre limpieza del maní, la limpieza de la celda de almacenamiento, la correcta aireación que evite condensación en el techo y posterior goteo y el control de plagas son factores que contribuyen a evitar la formación de focos con alto contenido de humedad y aumentos de temperatura.

1.11.10. Rendimiento

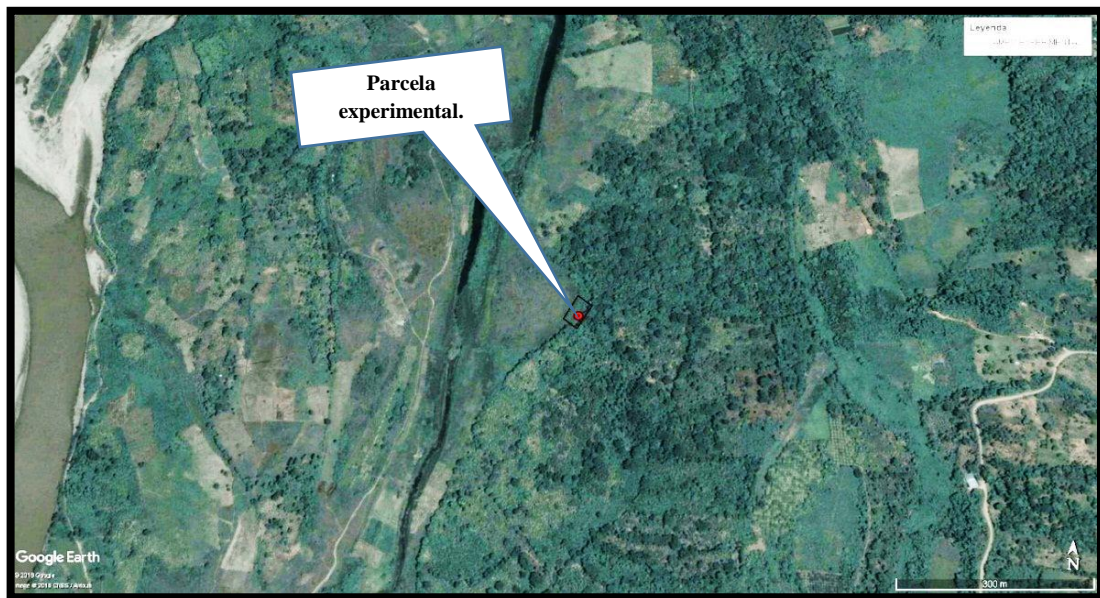
Castillo (2005) en los trabajos que realizó obtuvo mejores resultados de grano limpio con abonamiento de guano de islas a 1 t.ha⁻¹ con un rendimiento de 3678.7 kg.ha⁻¹, seguido del guano de islas a 1 t.ha⁻¹ + inoculación (Rhizobium) con 3551.2 kg.ha⁻¹, con la inoculación con Rhizobium se obtuvo 3178 kg.ha⁻¹, por otro lado el testigo obtuvo un rendimiento de 1703 kg.ha⁻¹; así mismo Pujaico (2012) reportó mayores rendimientos de grano limpio con guano de islas a 3 t.ha⁻¹ con un rendimiento de 2592.1 kg.ha⁻¹,

seguido de guano de islas a 2 t.ha^{-1} con un rendimiento de $2542.6 \text{ kg.ha}^{-1}$, asimismo con la aplicación de guano de islas a 1 t.ha^{-1} alcanzo $2374.8 \text{ kg.ha}^{-1}$, por otro lado el testigo obtuvo un rendimiento de $2113.3 \text{ kg.ha}^{-1}$; la densidad d1 ($200000 \text{ plantas.ha}^{-1}$) presento mayor rendimiento promedio con $3257.2 \text{ kg.ha}^{-1}$ en comparación a d2 ($133333 \text{ plantas.ha}^{-1}$) con $2268.3 \text{ kg.ha}^{-1}$ y d3 ($100000 \text{ plantas.ha}^{-1}$) con $1691.7 \text{ kg.ha}^{-1}$; por otro lado Haya (2003), manifiesta que bajo condiciones de selva baja y en suelo aluvial obtuvo mayores rendimientos de grano limpio con abonamiento de humus de lombriz a (5 t.ha^{-1}) con $2562.8 \text{ kg.ha}^{-1}$, seguido de estiércol de vacuno (2.5 t.ha^{-1}) + fertilización inorgánica (40 – 40 – 8) con $2430.6 \text{ kg.ha}^{-1}$.

CAPÍTULO II METODOLOGÍA

2.1. UBICACIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL

El trabajo de investigación se condujo en el centro poblado de Ccatun Rumi, distrito de Pichari, al margen derecho del río Apurímac, provincia de La Convención, región Cusco, cuyas coordenadas son 12° 29' 34.06" Latitud Sur, 73° 50' 47.03" Longitud Oeste a una altitud de 541 msnm y a una pendiente de 1 a 2%.



Fuente: GOOGLE EARTH 2016.

Figura 2.1. Ubicación geográfica del experimento

2.2. ANTECEDENTES DEL CAMPO EXPERIMENTAL

El terreno donde se realizó el presente experimento está constituido por suelo de formación aluvial, donde no se cultivó anteriormente.

2.3. ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DEL SUELO

La toma de muestra del suelo del campo experimental se realizó de acuerdo a la forma convencional (zig zag), tomando 20 sub muestras a una profundidad de 0 – 20 cm; estas

fueran mezcladas entre sí y por cuarteos sucesivos se obtuvo una muestra de 1 kg, que fue llevada al laboratorio de Análisis de suelos, plantas y aguas “Nicolás Roulet” del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la UNSCH cuyos resultados e interpretación se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 2.1. Características físicas – químicas del suelo de Ccatun Rumi 541 msnm, Pichari – La Convención – Cusco.

Elementos	Contenido	Interpretación	Método
Características químicas			
Materia orgánica (%)	0.28	Bajo	Walkley y Black.
N - total (%)	0.01	Bajo	Kjeldahl.
P – disponible (ppm)	6.1	Bajo	Bray Kurtz I.
K – disponible (ppm)	86.5	Bajo	Extracción con acetato de amonio.
pH suelo-agua 1:2.5	8.97	Fuertemente alcalino	Potenciómetro.
CIC ($\text{cmol}_{(+)}, \text{kg}^{-1}$)	3.4	Bajo	Saturación con acetato de amonio.
Características Físicas			
Arcilla (%)	7.1	-	Bouyoucos.
Arena (%)	68.1	-	Bouyoucos.
Limo (%)	24.8	-	Bouyoucos.
Clase textural	Franco arenoso	-	Triangulo textural.

Fuente: Laboratorio de suelos del Programa de Pastos y Ganadería de la UNSCH.

Se trata de un suelo de textura franco arenosa, con un pH fuertemente alcalino ($\text{pH} > 8.4$); un nivel bajo de materia orgánica ($< 2\%$), nitrógeno total ($0 - 0.1\%$), fósforo disponible ($< 12\text{ppm}$) y potasio disponible ($< 100\text{ppm}$). De igual manera tiene un CIC muy bajo ($< 6 \text{ cmol}_{(+)}, \text{kg}^{-1}$). El aporte de nutrientes del suelo es de aproximadamente de $7.31 \text{ kg N-NO}_3^- \cdot \text{ha}^{-1}$, $44.65 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \cdot \text{ha}^{-1}$ y $332.16 \text{ kg K}_2\text{O} \cdot \text{ha}^{-1}$.

2.4. ANÁLISIS QUÍMICO DEL GUANO DE ISLAS

La composición química del guano de islas empleado en el trabajo de investigación se muestra en la tabla 2.2.

Tabla 2.2. Características químicas del guano de islas empleado en el experimento.

Elementos	Contenido (%)
N – total	12.50
P ₂ O ₅	11.48
K ₂ O	3.26
CaO	10.53
MgO	2.36
SO ₄ ⁼	2.67

Fuente: Laboratorio de suelos del Programa de Pastos y Ganadería de la UNSCH.

2.5. ANÁLISIS QUÍMICO DEL HUMUS DE LOMBRIZ

La composición química del humus de lombriz empleado en el trabajo de investigación se muestra en la tabla 2.3.

Tabla 2.3. Características químicas del humus de lombriz empleado en el experimento.

Elementos	Contenido (%)
N – total	1.82
P ₂ O ₅	2.15
K ₂ O	0.52
CaO	2.61
MgO	1.52
SO ₄ ⁼	0.26

Fuente: Laboratorio de suelos del Programa de Pastos y Ganadería de la UNSCH.

2.6. CONDICIONES METEOROLÓGICAS

Los datos meteorológicos fueron registrados en la estación meteorológica de la Fuerza Armada del Perú de la Dirección de Meteorología Aeronáutica – Pichari – Cusco. Durante el periodo del cultivo se obtuvo una temperatura promedio de 26.75 °C con una máxima de 32.16 °C y una mínima de 21.34 °C, con una precipitación de 886.5 mm durante el crecimiento y desarrollo del cultivo. Si consideramos que la temperatura óptima para el cultivo del maní esta alrededor de 25 a 30 °C y una precipitación de 400 – 1200 mm. La temperatura y la precipitación fue ideal para el buen crecimiento y desarrollo del cultivo de maní, cabe mencionar en condiciones de selva la mineralización del Nitrógeno (> 600 msnm 2 – 3%; < 600 msnm 3 – 3.5 %).

Tabla 2.4. Temperaturas máxima, mínima, media y precipitación mensual del distrito de Pichari, correspondiente a la campaña agrícola 2016.

AÑO	2016													
Meses	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL	PROM
T° Máxima (°C)	32.91	30.42	31.16	31.42	30.93	29.41	30.46	31.42	32.36	32.60	33.48	30.95		31.46
T° Mínima (°C)	22.31	21.66	21.53	21.63	20.60	18.08	19.57	20.36	21.04	21.17	22.37	21.75		21.01
T° Media (°C)	27.61	26.04	26.35	26.53	25.76	23.75	25.02	25.89	26.70	26.89	27.92	26.35		26.23
Precipitación (mm)	98.60	100.70	175.20	164.80	109.50	170.90	29.00	138.90	164.10	171.50	181.40	230.60	1735.20	

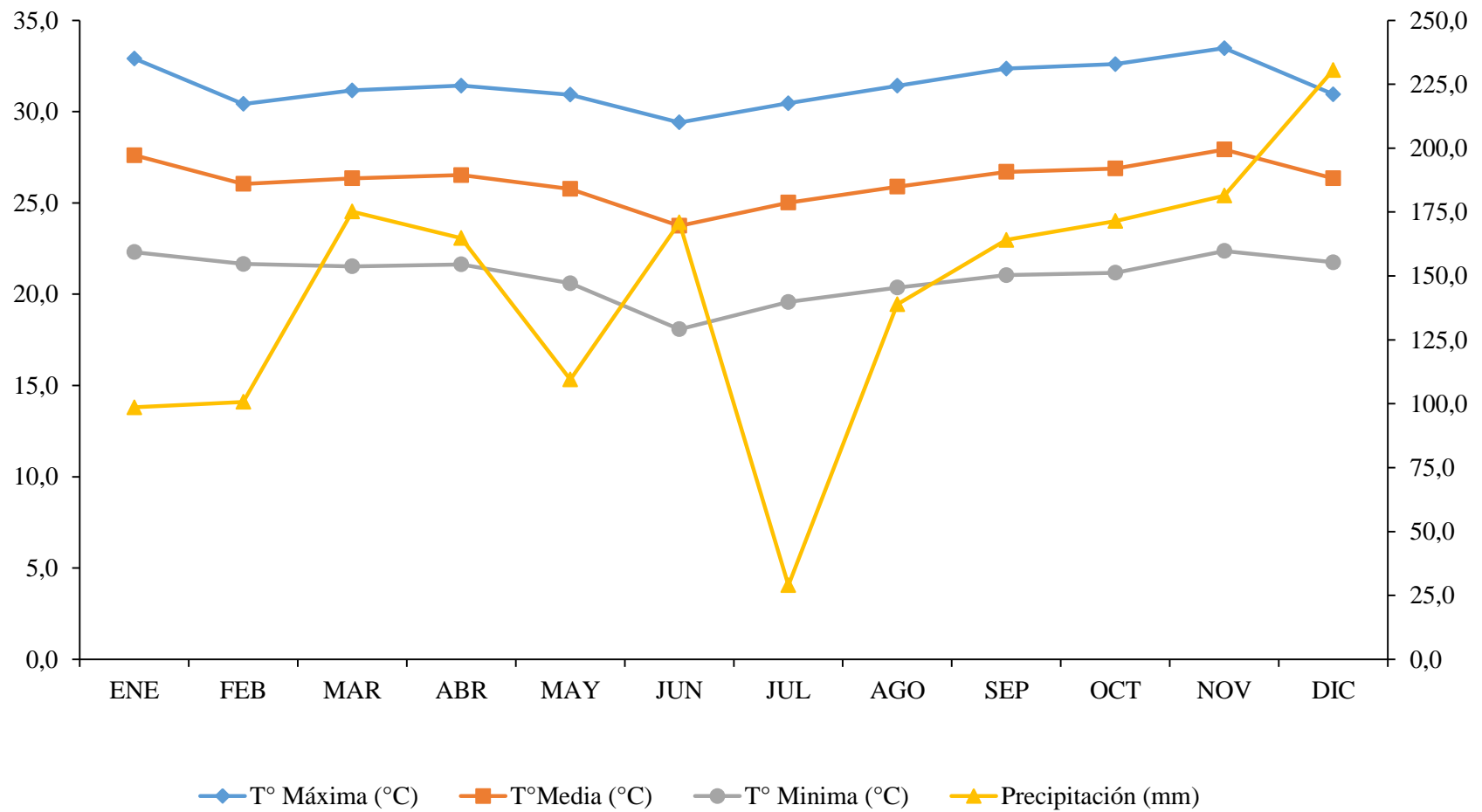


Figura 2.2. Diagrama ombrotérmico (Temperatura VS precipitación) del distrito de Pichari, 2016.

2.7. DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los tratamientos corresponden a un arreglo factorial de abonamiento orgánicos (5A) y la aplicación de microorganismos eficientes (2B), donde A (a1 = Sin abonamiento, a2 = humus de lombriz 5 t.ha⁻¹, a3 = humus de lombriz 10 t.ha⁻¹, a4 = guano de islas 1 t. ha⁻¹ y a5 = guano de islas 2 t. ha⁻¹) y B (b1 = sin EM y b2 = con EM), dispuestos en el Diseño de Bloque Completo Randomizado (DBCR) con 3 repeticiones que permiten 30 unidades experimentales.

El análisis estadístico consistió en realizar el Análisis Funcional de la Varianza (ANAFUNVA) prueba de significancia de comparación de grupos de tratamientos con contrastes ortogonales y para la prueba de comparación múltiple de medias se empleó la prueba de Duncan.

Modelo Aditivo Lineal

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \delta_j + \beta_k + \alpha\delta_{(ij)} + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ijk} = Es el comportamiento observado en la unidad experimental de maní, con la i-ésima fuentes de abono orgánicos, con la j-ésima aplicación de microorganismos eficientes y en el k-ésimo repetición.

μ = Efecto de la media general.

α_i = Efecto del i-ésimo fuentes de abono orgánicos.

δ_j = Efecto del j-ésimo aplicación de microorganismos eficientes.

β_k = Efecto del k-ésimo repetición (bloque).

$\alpha\delta_{(ij)}$ = Efecto de interacción del i-ésimo fuentes de abono orgánicos con la j-ésimo aplicación de microorganismos eficientes.

ε_{ij} = Efecto del error experimental, asociada a la observación Y_{ij} .

Los subíndices son:

$i = 1, 2, 3, 4$ y 5 .

$j = 1$ y 2

$k = 1, 2$ y 3 .

2.8. FACTORES EN ESTUDIO

a) Abonamiento orgánico (A)

a1 : Sin abonamiento

a2: 5 t.ha⁻¹ de humus de lombriz

(91 – 107.5 – 26 – 130.5 – 76 – 13 de N, P₂O₅, K₂O, CaO, MgO y SO₄⁻)

a3: 10 t.ha⁻¹ de humus de lombriz

(182 – 215 – 52 – 261 – 152 – 26 de N, P₂O₅, K₂O, CaO, MgO y SO₄⁻)

a4: 1 t. ha⁻¹ de guano de islas

(125 – 114.8 – 32.6 – 105.3 – 23.6 – 26.7 de N, P₂O₅, K₂O, CaO, MgO y SO₄⁻)

a5: 2 t. ha⁻¹ de guano de islas

(250 – 229.6 – 65.2 – 210.6 – 47.2 – 53.4 de N, P₂O₅, K₂O, CaO, MgO y SO₄⁻)

b) Microorganismos eficientes (B)

b1: Sin EM

b2: Con EM

Tabla 2.5. Codificación y descripción de los tratamientos.

Tratamiento	Combinación	Descripción
T ₁	a1b1	Sin abono orgánico sin EM (Testigo)
T ₂	a2b1	5 t.ha ⁻¹ de humus de lombriz sin EM
T ₃	a3b1	10 t.ha ⁻¹ de humus de lombriz sin EM
T ₄	a4b1	1 t. ha ⁻¹ de guano de islas sin EM
T ₅	a5b1	2 t. ha ⁻¹ de guano de islas sin EM
T ₆	a1b2	Sin abono orgánico con EM
T ₇	a2b2	5 t.ha ⁻¹ de humus de lombriz con EM
T ₈	a3b2	10 t.ha ⁻¹ de humus de lombriz con EM
T ₉	a4b2	1 t. ha ⁻¹ de guano de islas con EM
T ₁₀	a5b2	2 t. ha ⁻¹ de guano de islas con EM

2.9. DISTRIBUCIÓN Y DIMENSIONES DEL TERRENO EXPERIMENTAL

2.9.1. Campo experimental

Largo	20 m
Ancho	15 m
Área total	300 m ²
Calles (distancia entre bloques)	0 m

2.9.2. Bloques

Número de bloques	3
Largo	20 m
Ancho	5 m
Área	100 m ²

2.9.3. Unidades experimentales

Número de unidades experimentales por bloque	10
Largo de la unidad experimental	5 m
Ancho	2 m
Área	10 m ²
Distancia entre unidad experimental	0 m

2.9.4. Surcos

Numero de surcos por unidad experimental	04
Distancia entre surco	0.5 m
Distancia entre golpe	0.4 m
Número de semillas por golpe	03

2.9.5. Croquis del terreno experimental

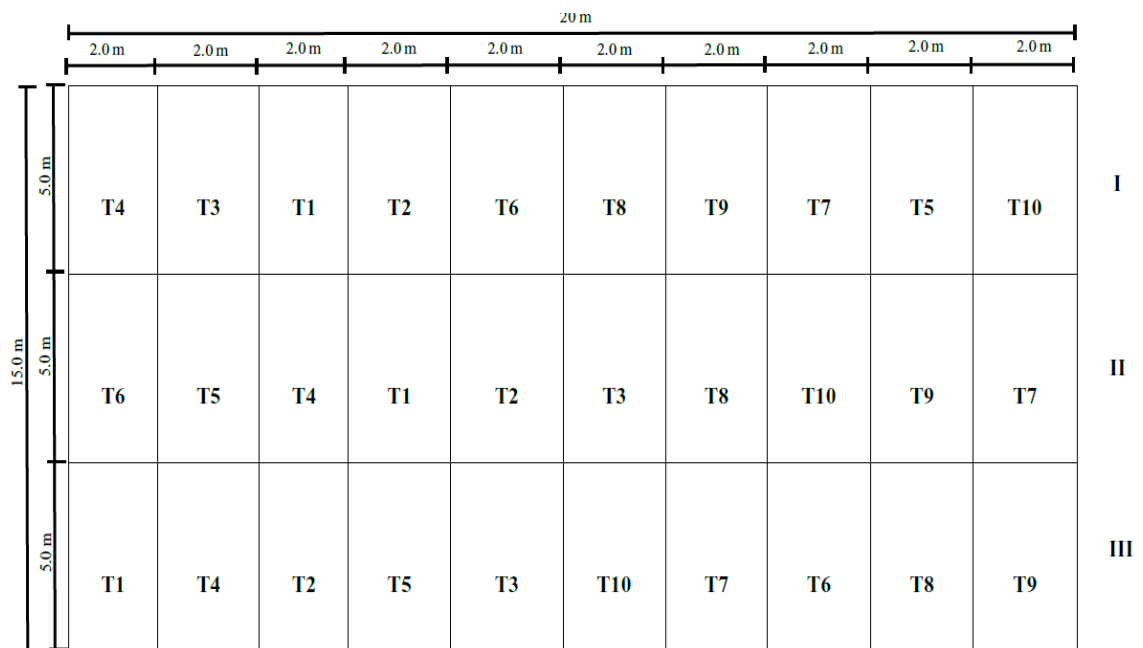


Figura 2.3. Croquis del campo experimental y distribución de los tratamientos

2.9.6. Características de la parcela experimental

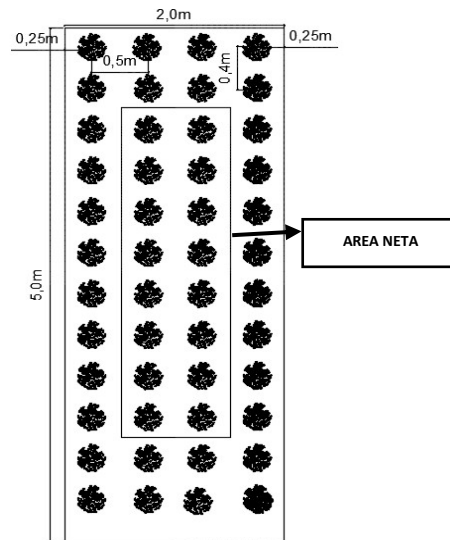


Figura 2.4. Características y detalle de la parcela experimental.

2.10. INSTALACIÓN Y CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

2.10.1. Captura de microorganismos eficientes (EM)

Para obtener la solución natural de EM, se procedió con su captura en el bosque natural durante un periodo de 2 semanas, se utilizó 20 frascos con arroz cocido, melaza y harina de pescado cubierto con un pedazo de nylon.

2.10.2. Solución madre de microorganismos eficientes (EM)

Luego de este periodo se extrae el arroz impregnados con EM a un recipiente, para disolverlo manualmente, seguidamente y por separado del EM capturado, en una olla se cocina durante 45 minutos; 4 litro de melaza, 0.5 kilogramos de harina de pescado y 16 litros de agua para obtener así 20 litros de Solución madre de microorganismos eficientes (EM) una vez combinado con el EM capturado.

2.10.3. Propagación de la solución madre

La propagación de la solución madre consistió en utilizar 20 litros de la solución madre, 1 litro de leche, 3 kilogramos de harina de pescado, 4 litros de Melaza y 32 litros de agua limpia, se mezcló homogéneamente en un recipiente, para luego cerrarlo herméticamente, posteriormente se dejó fermentarse durante una semana hasta que tenga un olor agridulce muy similar a la chicha de jora y con una coloración marrón rojizo indicador que la propagación está completa.

2.10.4. Inoculación de los abonos orgánicos con microorganismos eficientes (EM)

Una vez obtenida la solución de Microorganismos eficientes se procedió a inocular a los abonos orgánicos, primero se inoculó el humus de lombriz durante 14 días y para el guano de islas 7 días.

La incubación consistió en colocar el humus de lombriz en tinas en cantidades de acuerdo a los requerimientos de cada tratamiento, a los cuales se les añadió la solución del EM en una proporción aproximada de peso – volumen de 1:1; para el tratamiento T₇ (5 t.ha⁻¹ de humus de lombriz) un aproximado de 15.5 litros de EM y para el tratamiento T₈ (10 t.ha⁻¹ de humus de lombriz) un aproximado de 30.5 litros de EM, para luego ser mezclado homogéneamente.

En el caso de guano de islas se colocó en tinas de acuerdo a los requerimientos de cada tratamiento, a los cuales se añadió la solución del EM en una proporción aproximada de 1:1, para el tratamiento T₉ (1 t.ha⁻¹ de guano de islas) un aproximado de 3.5 litros de EM y para el tratamiento T₁₀ (2 t.ha⁻¹ de guano de islas) un aproximado de 6.5 litros de EM, para luego ser mezclado homogéneamente.

Luego de transcurrir el tiempo se procedió al secado al medio ambiente y bajo sombra; a medida que las muestras fueron secando se procedió a disgregarlos y tamizarlos obteniendo una muestra mullida para su aplicación en el campo.

2.10.5. Preparación del terreno

La preparación del terreno consistió en realizar el rozo de las malezas y arbustos con la ayuda de machetes el 14 de julio, seguidamente se dejó secar durante 20 días. Posterior al secado se realizó la quema (05 de agosto), para finalmente realizar la limpieza (08 de agosto) y dejar el mismo en condiciones adecuadas para la siembra, estas actividades se realizaron desde junio hasta agosto del 2016.

2.10.6. Demarcación y estacado del campo experimental

Una vez preparado el terreno, se procedió a delimitar el área total del experimento, se ubicaron los tres bloques y las 30 unidades experimentales, para la demarcación se utilizaron estacas, cordel y wincha, el 10 de agosto.

2.10.7. Hoyado

El hoyado se realizó en los puntos establecidos con la cinta, haciendo uso del pico para que el suelo quede suelto y mullido para garantizar la germinación de las semillas, el 11 de agosto.

2.10.8. Abonamiento

El abonamiento en general se realizó 4 días antes de la siembra.

Para los tratamientos con humus de lombriz con y sin EM, se aplicaron en el hoyo aproximadamente de 9 cm de profundidad y se mezcló con el suelo. Mientras en el caso de los tratamientos con guano de islas con y sin EM, se aplicaron en el siguiente orden, al fondo del hoyo se aplicó el guano de islas, seguido de una capa de suelo de 8 cm aproximadamente, semilla y nuevamente suelo.

La aplicación del EM al suelo (T_6) se realizó 4 días antes de la siembra, vertiendo la solución en cada hoyo con una jeringa, todo esta actividad se realizó el 16 de agosto.

2.10.9. Desinfección de semillas

Para evitar la presencia de plagas y enfermedades previo a la siembra, las semillas se trataron con fungicida biológico "TRICHOPS" en dosis de 10g/kg de semilla, el 20 de agosto del 2016.

2.10.10. Siembra

La siembra se realizó de manera manual dejando tres semillas por golpe a una profundidad de 2 a 3 cm del suelo, el 20 de agosto del 2016.

2.10.11. Desmalezado

Durante todo el ciclo del cultivo, el desmalezado se efectuó dos veces en forma manual, con la utilización de azadones. Los primeros 20 días después de la siembra (09 de setiembre), seguido de 45 días después de la siembra (04 de octubre).

2.10.12. Aporque

El aporque se realizó dos veces, antes de la primera floración a los 20 días después de la siembra (09 de setiembre) y 45 días después de la siembra (04 de octubre), colocando tierra en la base de la planta con la finalidad de obtener mayor fructificación.

2.10.13. Control de plagas y enfermedades

El control de plagas y enfermedades se realizaron de manera preventiva, para esta medida se usaron productos biológicos agrarios (PBA), la primera aplicación se realizó después de la emergencia a los 15 días después de la siembra (04 de setiembre), seguidamente en pleno desarrollo vegetativo y a inicio de la floración a los 30 días después de la siembra (19 de setiembre), al inicio de la segunda floración a los 45 días después de la siembra (04 de octubre), para tal medida se usaron el TRICHOPS como biofungicidas a 200g/200L, METARIZO como bioinsecticidas a 200g/200L y como adherente, encapsulador y dispersante se usó TAXI OIL a 2L/200L.

2.10.14. Cosecha

La cosecha se realizó de manera manual a los 110 días después de la siembra (08 de diciembre), cuando el 80 % de las plantas se identificaron las siguientes características: follaje con coloración amarillenta, color marrón oscuro al interior de las capsulas y grano con coloración rosada, el proceso de la cosecha consistió en extraer la planta del suelo para luego tender en hileras para un pre-secado y luego se procedió al desvainado.

2.10.15. Secado de las vainas

El secado se efectuó de forma natural en un tendal por un periodo de 6 días, posteriormente se procedió al descapsulado y la evaluación correspondiente de las variables en estudio.

2.11. VARIABLES EVALUADAS

2.11.1. Altura de planta (cm)

Los datos se tomaron a los 110 días después de la siembra, la altura de la planta se determinó en cm desde la base del suelo hasta el ápice del tallo principal, el valor corresponde a un promedio de 10 plantas representativas de los surcos centrales.

2.11.2. Número de cápsulas por golpe (mata).

Al momento de la cosecha se contabilizaron el número de cápsulas por golpe de los 10 golpes de la parcela neta escogidos de manera al azar.

2.11.3. Longitud de cápsulas (cm)

Se midió la longitud de las cápsulas provenientes de los 10 golpes de la parcela neta, de los cuales se combinaron todas las cápsulas, para luego tomar al azar 30 cápsulas para ser evaluadas. La medida se realizó desde el pedúnculo hasta el ápice de la cápsula con la ayuda de una regla vernier digital.

2.11.4. Diámetro de cápsulas (cm)

Esta medida se realizó a las 30 cápsulas seleccionadas anteriormente, utilizando la regla vernier digital.

2.11.5. Número de granos por cápsula

Los datos fueron tomados al momento del desgranado, se contabilizó el número de grano por cápsula de 30 cápsulas seleccionadas de manera al azar.

2.11.6. Rendimiento de cápsulas secas más grano (kg.ha⁻¹)

Esta variable fue tomada al final del experimento de los 10 golpes de la parcela neta después de la cosecha luego de secarlas por 6 días, el peso obtenido por unidad experimental fue llevado al rendimiento por hectárea (kg.ha⁻¹).

2.11.7. Rendimiento de grano limpio (kg.ha⁻¹)

Estos datos fueron tomados de los 10 golpes de la parcela neta después de secarlo al sol durante 6 días y desgranarlos, el peso obtenido por unidad experimental fue llevado al rendimiento por hectárea (kg.ha⁻¹).

2.11.8. Rentabilidad económica

En el análisis económico se utilizó el índice de evaluación de proyectos correspondiente a la relación beneficio – costo (B/C) se tomó el costo de producción para cada tratamiento en estudio y el valor bruto de la producción. El índice de rentabilidad se calculó empleando la siguiente formula:

$$I. R = \frac{\text{(Venta total – Costo total de producción)}}{\text{Costo total de producción}}$$

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. VARIABLES DE RENDIMIENTO

3.1.1. Altura de planta (cm)

La tabla a1 del anexo 1, muestra los valores de la altura de planta de los tratamientos, los que varían de 82,92 cm (2 t.ha⁻¹ de guano de islas con EM) a 70,47cm (testigo sin EM).

El ANAFUNVA de la altura de planta (tabla 3.1), indica que no hay diferencia estadística entre bloques; mientras que para tratamientos existe una diferencia estadística altamente significativa; el contraste C₁ compara la aplicación de microorganismos eficientes (con y sin), entre ellos no existe diferencia significativa. La comparación entre los tratamientos sin abono con los abonados (C₂: sin EM; C₆: con EM) indica diferencia altamente significativa. Entre las fuentes de abono orgánico sin EM (C₃) o con EM (C₇) no existe diferencia estadística; al igual que entre los niveles de humus de lombriz sin EM (C₄) o con EM (C₈). Sin embargo entre los niveles de guano de islas con EM existe una diferencia significativa (C₉), no ocurre esto cuando se compara los niveles de guano de islas sin EM (C₅). El coeficiente de variación (2.66%) indica un buen nivel de precisión. Al haberse encontrado diferencia estadística altamente significancia entre los tratamientos, se procedió a realizar la prueba de Duncan (0.05) correspondiente, el mismo que se presenta en la figura 3.1.

Tabla 3.1. Análisis funcional de la varianza de la altura de planta.

F. Variación	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Bloque	2	26.25	13.13	3.07	0.071 ns
Tratamiento	9	456.58	50.73	11.88	<.0001 **
C ₁ : Con EM Vs Sin EM	1	2.73	2.73	0.64	0.4343 ns
C ₂ : (Testigo Vs Abonados) sin EM	1	182.70	182.70	42.79	<.0001 **
C ₃ : (H.L Vs G.I) sin EM	1	8.67	8.67	2.03	0.1713 ns
C ₄ : (H.L 5 t.ha ⁻¹ Vs H.L 10 t.ha ⁻¹) sin EM	1	4.59	4.59	1.08	0.3134 ns
C ₅ : (G. I 1 t.ha ⁻¹ Vs G.I 2 t.ha ⁻¹) sin EM	1	16.50	16.50	3.86	0.0649 ns
C ₆ : (sin abono Vs Abonados) con EM	1	197.11	197.11	46.16	<.0001 **
C ₇ : (H.L Vs G.I) con EM	1	18.38	18.38	4.3	0.0526 ns
C ₈ : (H.L 5 t.ha ⁻¹ Vs H.L 10 t.ha ⁻¹) con EM	1	6.10	6.10	1.43	0.2475 ns
C ₉ : (G. I 1 t.ha ⁻¹ Vs G.I 2 t.ha ⁻¹) con EM	1	19.80	19.80	4.64	0.0451*
Error	18	76.85	4.27		
Total	29	559.69			

C. V = 2.66%

En la figura 3.1 se muestra la prueba de Duncan de la altura de planta. Se determinó que la mayor altura (82,92 cm) corresponde al tratamiento T₁₀ (2 t.ha⁻¹ de guano de islas con EM) sin diferencia estadística con los tratamiento T₅, T₈, T₉ y T₃ con un promedio de 81,79 cm, 79,63 cm, 79,28 cm y 79,22 cm; mientras que la altura más baja corresponde al testigo que alcanzo 70,47 cm. La diferencia entre el tratamiento de mayor y el de menor altura fue de 12.45 cm. Los resultados obtenidos son menores a los obtenido por Mendoza (2004) que reportó mayor altura (87,91 cm) de la planta a los 79 días de evaluación; asimismo Castillo (2005) obtuvo mejores resultados de la altura de planta (61,23 cm) utilizando inoculante con Rhizobium, seguido del guano de isla (60,23 cm), también el guano de islas más inoculante alcanzó 59,57 cm y por último el testigo obtuvo 50,57 cm.

De estas comparaciones se deduce que todos los tratamientos que muestran mayores alturas, poseen mayores niveles de guano de islas con la aplicación de EM, probablemente debido a las características propias del guano de islas; por la humedad retenida, por el alto contenido de macro y micro elementos disponibles para las plantas y por efecto de la cantidad del guano de islas incorporado al suelo, y la mineralización por la aplicación de microorganismos eficientes; incrementando así el crecimiento,

desarrollo y rendimiento del cultivo por tener mayor actividad fotosintética, como lo menciona Robles (1985), citado por Pujaiico (2012) que el nitrógeno es esencial en todas las etapas del desarrollo de la planta y en general influye en la parte vegetativa; también la adecuada aplicación de este elemento es asociado al crecimiento vegetativo de la planta y el desarrollo de un color verde oscuro en las hojas (Tisdale & Nelson, 1985). A su vez el nitrógeno es uno de los constituyentes de mayor importancia en la planta, encontrándose contenido en tejidos vegetales de 2 a 4 % de manera seca; el resto 80-85 % corresponde a las proteínas y 10 % a los ácidos nucleicos (Berríos, 2015). Por otro lado Ibañez, R. & Aguirre, G. (1983) mencionan que la respuesta de la producción por las proporciones de los nutrientes aplicados está relacionado a una respuesta por un elemento dado, si el suelo es pobre en este elemento. Además las temperaturas fueron óptimas para el crecimiento de las plantas 21.34 °C a 32.16 °C para una mayor rapidez de crecimiento y desarrollo de la planta. Los requerimientos de agua durante el ciclo del cultivo fueron adecuados (886.5 mm) para el buen crecimiento y desarrollo del cultivo.

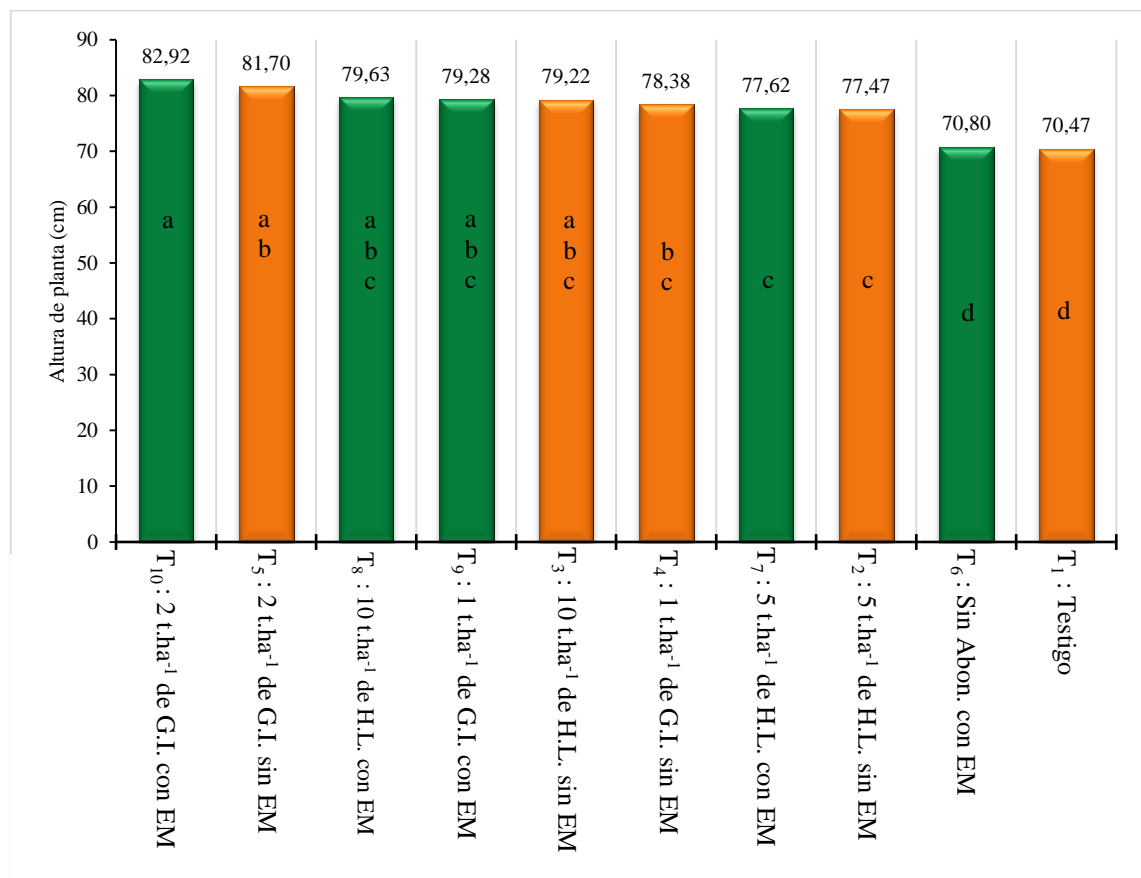


Figura 3.1. Prueba de Duncan ($p = 0.05$) de la altura de planta (cm), bajo la influencia del guano de islas y humus de lombriz con y sin microorganismos eficientes. Pichari 541 msnm – Cusco.

3.1.2. Número de cápsulas por golpe (mata)

La tabla a2 del anexo 1 muestra los valores del número de cápsulas por golpe de los tratamientos, los que varían de 56,17 (2 t.ha⁻¹ de guano de islas con EM) a 30,35 (testigo sin EM).

El ANAFUNVA del número de cápsulas por golpe (tabla 3.2), indica que no hay diferencia estadística entre bloques; mientras que para tratamientos existe una diferencia altamente significativa; entre con y sin la aplicación de microorganismos eficientes (C₁) existe alta diferencia significativa. Mientras que entre los no abonados y las fuentes de abono orgánico (humus de lombriz y guano de islas) sin EM (C₂) o con EM (C₆) existe alta diferencia significativa; al igual que entre las fuentes de abono orgánicos sin EM (C₃) y con EM (C₇); asimismo entre los niveles de humus de lombriz sin EM (C₄) y con EM (C₈) existe una alta diferencia significativa; al igual entre los niveles de guano de islas sin EM (C₅) y con EM (C₉). El coeficiente de variación (2.03%) indica un buen nivel de precisión. Al haberse encontrado diferencia estadística de alta significancia entre los tratamientos, se realizó la prueba de Duncan (0.05), el mismo que se presenta en la figura 3.2.

Tabla 3.2. Análisis funcional de la varianza del número de cápsulas por golpe.

F. Variación	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Bloque	2	4.25	2.12	2.56	0.1051 ns
Tratamiento	9	1770.03	196.67	237.04	<.0001 **
C ₁ : Con EM Vs Sin EM	1	63.37	63.37	76.37	<.0001 **
C ₂ : (Testigo Vs Abonados) sin EM	1	635.05	635.05	765.39	<.0001 **
C ₃ : (H.L Vs G.I) sin EM	1	50.02	50.02	60.29	<.0001 **
C ₄ : (H.L 5 t.ha ⁻¹ Vs H.L 10 t.ha ⁻¹) sin EM	1	83.25	83.25	100.34	<.0001 **
C ₅ : (G. I 1 t.ha ⁻¹ Vs G.I 2 t.ha ⁻¹) sin EM	1	118.37	118.37	142.67	<.0001 **
C ₆ : (Sin abono Vs Abonados) con EM	1	549.34	549.34	662.09	<.0001 **
C ₇ : (H.L Vs G.I) con EM	1	60.98	60.98	73.49	<.0001 **
C ₈ : (H.L 5 t.ha ⁻¹ Vs H.L 10 t.ha ⁻¹) con EM	1	81.77	81.77	98.55	<.0001 **
C ₉ : (G. I 1 t.ha ⁻¹ Vs G.I 2 t.ha ⁻¹) con EM	1	127.88	127.88	154.13	<.0001 **
Error	18	14.93	0.83		
Total	29	1789.21			

C. V = 2.03%

En la figura 3.2 se muestra la prueba de Duncan del número de cápsulas por golpe. Se determinó que el número de cápsulas más alta (56,17) corresponde al tratamiento T₁₀ (2 t.ha⁻¹ de guano de islas con EM) con diferencia estadística con los tratamientos T₅, T₈, T₃, T₉, T₄, T₇ con un promedio de 53,10; 50,73; 48,30; 46,93 y 44,22 respectivamente; mientras que el número de cápsulas por golpe más baja corresponde al testigo (30,25) con diferencia significativa respecto a todos los tratamientos. Asimismo los abonados con EM tuvieron mejor respuesta (46,27) a los abonados sin EM (43,36) con una diferencia altamente significativa. La diferencia entre el tratamiento de mayor y el de menor número de cápsulas fue de 25.92.

Los resultados encontrados en el trabajo de investigación son mayores a los resultados reportados por Pujaico (2012) que reportó mayor número de cápsulas por golpe con 3 t.ha⁻¹ de guano de islas con 39,8, seguido de 2 t.ha⁻¹ de guano de islas con 37,7; asimismo con la aplicación de 1 t.ha⁻¹ de guano de islas alcanzó 34,5; mientras que el testigo obtuvo 29,1. Se debe destacar que la aplicación de microorganismos eficientes a los abonos orgánicos influye significativamente en el número de cápsulas por golpe; el mayor número de cápsulas corresponde a los abonados con guano de islas seguido del humus de lombriz en los diferentes niveles; esta superioridad probablemente se debe a la alta disponibilidad de elementos nutritivos para la planta que aporta el guano de islas en el suelo; que son importantes para la formación de algunas estructuras y funciones fisiológicas del cultivo de maní, como el fósforo, potasio, calcio y otros micro elementos (Pujaico, 2012). Tal como se menciona que el fósforo, promueve el desarrollo vigoroso de las plantas, favorece la floración y la fructificación con ello la cantidad y calidad de los frutos y semillas, adelanta la maduración de los frutos y el dulzor de los frutos depende de la riqueza del suelo en fosfatos y de la porosidad del terreno que aumenta la respiración de las raíces y la absorción de los nutrientes (Andrades & Martínez, 1970). El movimiento de nutrientes dentro de la planta depende en mucho del transporte a través de las membranas de las células, proceso que requiere energía para contrarrestar las fuerzas del osmosis; de nuevo aquí los compuestos fosfatados ricos en energía como la adenosina trifosfato (ATF) proveen la energía para el proceso (IPNI, 2010). La absorción del fósforo por la planta está vinculada a la del nitrógeno y de azufre (Gillier & Silvestre, 1970). Así mismo el calcio tiene una gran influencia en el aprovechamiento de otros nutrientes, por lo que sus funciones tienen que ver con la calidad, no sólo de la planta sino de los frutos; a su vez es determinante

en la calidad y cantidad de las cosechas (MINAGRI, 2011). Por tal motivo Domínguez (1997) manifiesta que el guano de islas es un abono completo cuya eficiencia es mayor cuando se aplica en zonas como los trópicos donde su descomposición se acelera por las condiciones medio ambientales, asimismo juega un papel importante en el cultivo por lo que a mayor aplicación del abono orgánico mayor es el rendimiento. El aporte del guano de islas explica la respuesta obtenida y también menciona Reinaga (1995) que una buena estructura y textura del suelo favorece en la fácil penetración de los ginóforos en el suelo, así mismo indica, que de la cantidad total de flores producidas, solo el 70% produce ginóforos y de estos solo alrededor de 30 a 40% produce frutos. Por otro lado Calero, A. et al. (2019) indica que el número de frutos, legumbres o vainas por planta es un indicador que influye directamente en el rendimiento del cultivo; y los microorganismos eficientes tienen el efecto bioestimulante que mejora la nutrición, la floración y el cuajado de los frutos en relación a la no utilización de estos.

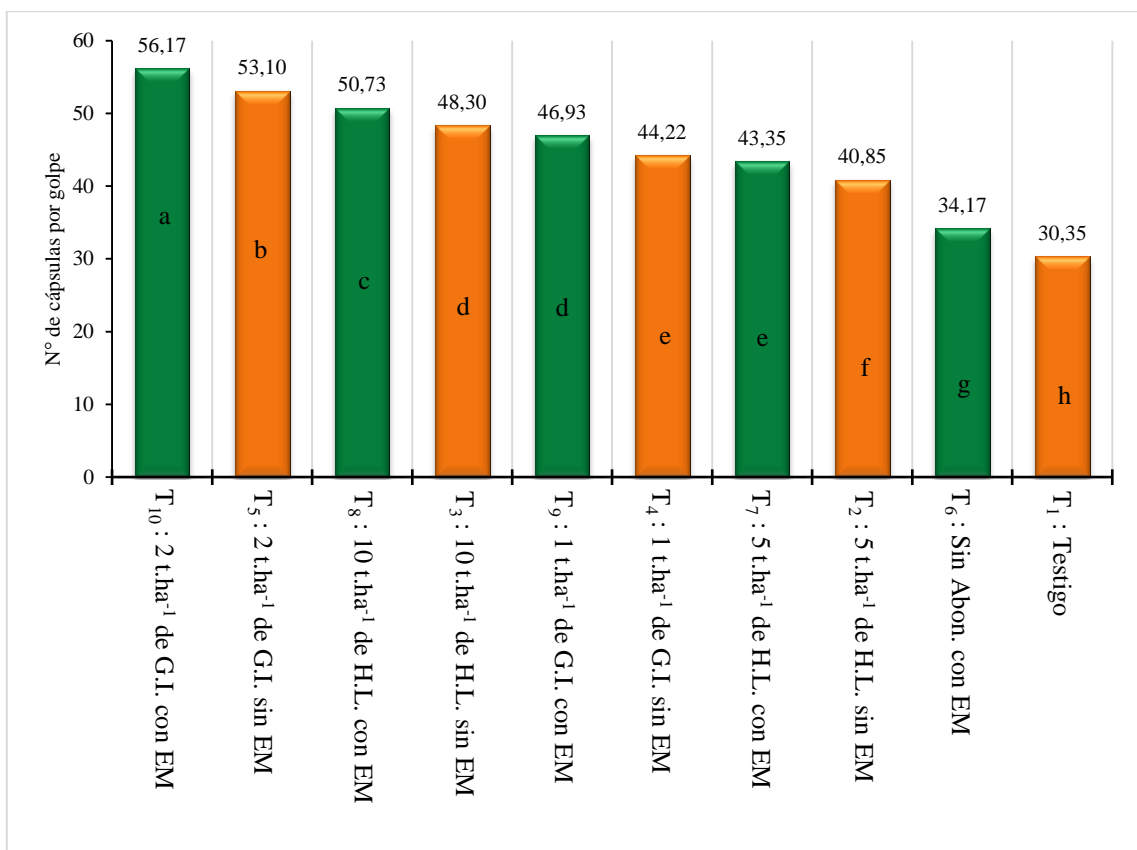


Figura 3.2. Prueba de Duncan ($p = 0.05$) del número de cápsulas por golpe, bajo la influencia del guano de islas y humus de lombriz con y sin microorganismos eficientes. Pichari 541 msnm – Cusco.

3.1.3. Longitud de cápsulas (cm)

La tabla a3 del anexo 1 muestra los valores de la longitud de cápsulas de los tratamientos, los que varían de 3,68 cm (2 t.ha⁻¹ de guano de islas con EM) a 2,96 cm (testigo sin EM). El ANAFUNVA de la longitud de cápsulas (tabla 3.3), indica que no hay diferencia estadística entre bloques; mientras que para tratamientos existe una significancia estadística; entre con y sin la aplicación de microorganismos eficientes (C₁) no existe diferencia significativa. Mientras que entre los no abonados y las fuentes de abono orgánico (humus de lombriz y guano de islas) sin EM (C₂) o con EM (C₆) existe alta diferencia significativa. Entre las fuentes de abono orgánico sin EM (C₃) o con EM (C₇) no existe diferencia estadística; sin embargo entre los niveles de humus de lombriz sin EM existe una diferencia significativa (C₄), no ocurre esto cuando se compara los niveles de humus de lombriz con EM (C₈); por otra parte entre los niveles de guano de islas sin EM (C₅) o con EM (C₉) no existe una diferencia significativa. El coeficiente de variación (5.80%) indica un buen nivel de precisión. Al haberse encontrado diferencia estadística altamente significancia entre los tratamientos, se procedió a realizar la prueba de Duncan (0.05) correspondiente, el mismo que se presenta en la figura 3.3.

Tabla 3.3. Análisis funcional de la varianza de la longitud de cápsulas.

F. Variación	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Bloque	2	0.05	0.02	0.60	0.5573 ns
Tratamiento	9	1.70	0.19	4.97	0.0019 **
C ₁ : Con EM Vs Sin EM	1	0.05	0.05	1.26	0.2755 ns
C ₂ : (Testigo Vs Abonados) sin EM	1	0.48	0.48	12.57	0.0023 **
C ₃ : (H.L Vs G.I) sin EM	1	0.06	0.06	1.51	0.2345 ns
C ₄ : (H.L 5 t.ha ⁻¹ Vs H.L 10 t.ha ⁻¹) sin EM	1	0.17	0.17	4.57	0.0465 *
C ₅ : (G. I 1 t.ha ⁻¹ Vs G.I 2 t.ha ⁻¹) sin EM	1	0.09	0.09	2.34	0.1434 ns
C ₆ : (Sin abono Vs Abonados) con EM	1	0.64	0.64	16.88	0.0007 **
C ₇ : (H.L Vs G.I) con EM	1	0.05	0.05	1.41	0.2512 ns
C ₈ : (H.L 5 t.ha ⁻¹ Vs H.L 10 t.ha ⁻¹) con EM	1	0.08	0.08	2.03	0.1712 ns
C ₉ : (G. I 1 t.ha ⁻¹ Vs G.I 2 t.ha ⁻¹) con EM	1	0.08	0.08	2.15	0.1596 ns
Error	18	0.68	0.04		
Total	29	2.43			

C. V = 5.80%

En la figura 3.3 se muestra la prueba de Duncan de la longitud de cápsulas. Se determinó la longitud más alta (3,68 cm) corresponde al tratamiento T₁₀ (2 t.ha⁻¹ de guano de islas con EM) sin diferencia estadística con los tratamientos T₅, T₈, T₃, T₉, T₄ y T₇ con un promedio 3,60; 3,55; 3,5; 3,45; 3,32 y 3,35 cm respectivamente, mientras que la longitud más baja corresponde al testigo (2,96 cm) sin diferencia estadística con el tratamientos T₆ (sin abonamiento con EM) que reportó 2.98 cm.

Los resultados encontrados en el trabajo de investigación son menores a los resultados reportados por Castillo (2012) que reportó mejores resultados de la longitud de cápsulas con el abonamiento de 1 t.ha⁻¹ de guano de islas con 3,52 cm, seguido del inoculante (Rhizobium) más 1 t.ha⁻¹ de guano de islas con 3,49 cm, el inoculante (Rhizobium) obtuvo 3,43 cm y por último el testigo (3,28 cm). A su vez Mazzani, E. et al. (2010) al evaluar 546 accesiones de maní, refieren que los valores de la longitud del fruto es entre 3,23 a 3,47 cm. En la figura 3.3 observamos que las fuentes y niveles de abonamiento orgánico con y sin microorganismos eficientes influyen en el incremento de la longitud de cápsulas, con una diferencia mínima dado que todos son estadísticamente similares y superiores al testigo; las diferencias encontradas son pequeñas probablemente a las características propias del medio físico donde se introdujeron las cápsulas, que en este caso se trata de un suelo aluvial de textura franco arenoso, adecuados para el ingreso y desarrollo de las capsulas; tal como lo mencionan Castañeda & soto (1987) el maní es adaptable a varios tipos de suelos pero para su mejor desarrollo se recomiendan los suelos livianos, que sean profundos (1 metro) que permita una buena penetración del ginóforo; un suelo de textura arenosa permite una germinación de los granos más rápidos y más completos que en un suelo en el que la proporción de arcilla más limo alcance de un 45 a un 60 %, como los llamados suelos pesados, que no son aptos para el cultivo de maní, debido a que presentan dificultades para lograr una fructificación regular y arrancado de las vainas para la cosecha (Ayon, 2010).

Los resultados obtenidos en el presente trabajo nos dan a entender que el aporte de cualquiera de las fuentes de abono orgánicos influye en el crecimiento de la longitud de cápsulas.

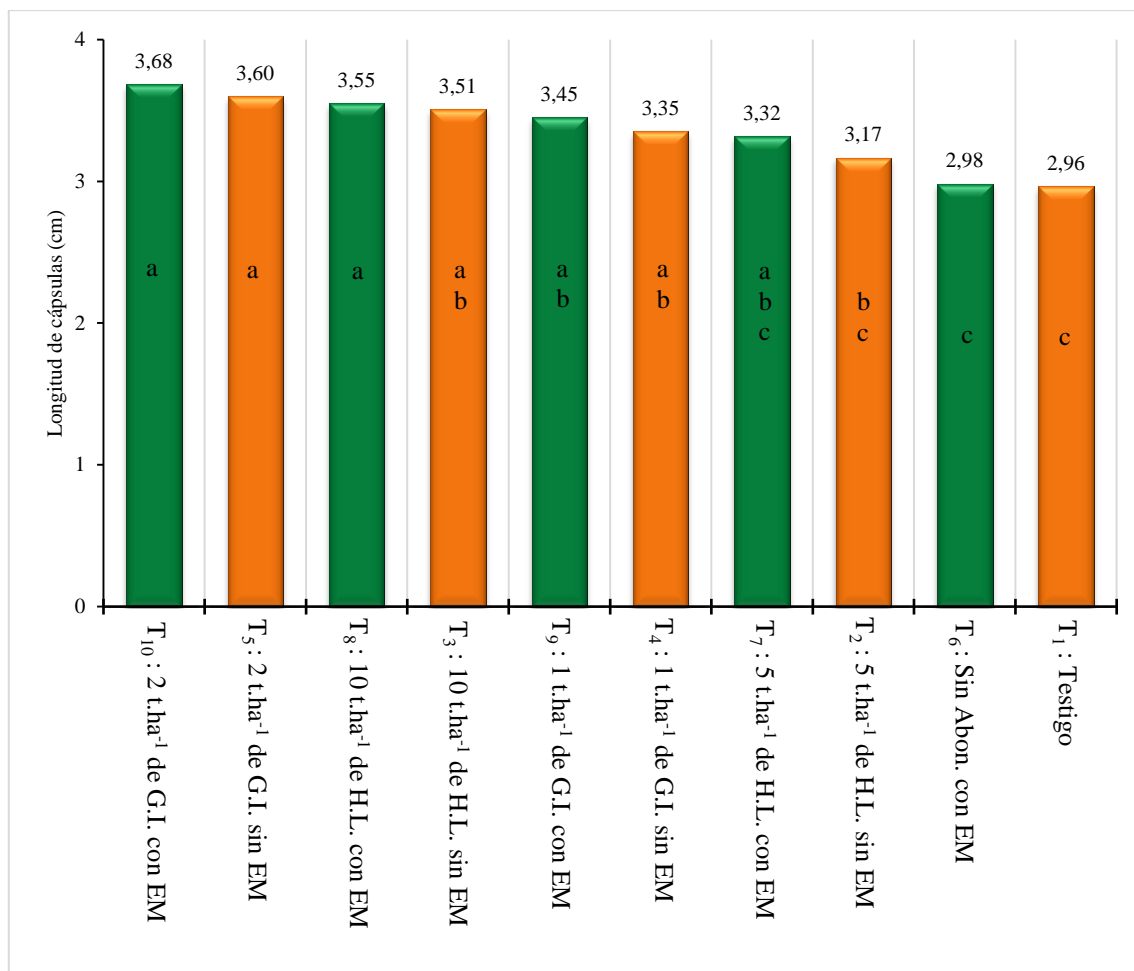


Figura 3.3. Prueba de Duncan ($p = 0.05$) de la longitud de cápsulas (cm), bajo la influencia del guano de islas y humus de lombriz con y sin microorganismos eficientes. Pichari 541 msnm – Cusco.

3.1.4. Diámetro de cápsulas (cm)

La tabla a4 del anexo 1 muestra los valores del diámetro de cápsulas de los tratamientos, los que varían de 1,28 cm (2 t.ha⁻¹ de guano de islas con EM) a 1,00 cm (testigo sin EM).

El ANAFUNVA del diámetro de cápsulas (tabla 3.4), indica que no hay diferencia estadística entre bloques; mientras que para tratamientos existe una diferencia estadística altamente significativa; entre con y sin la aplicación de microorganismos eficientes (C₁) existe diferencia significativa. Mientras que entre los no abonados y las fuentes de abono orgánico (humus de lombriz y guano de islas) sin EM (C₂) o con EM (C₆) existe alta diferencia significativa. Entre las fuentes de abono orgánico sin EM (C₃) o con EM (C₇) no existe diferencia estadística; al igual que entre los niveles de humus

de lombriz sin EM (C₄) o con EM (C₈). Sin embargo entre los niveles de guano de islas con EM existe una diferencia significativa (C₉), no ocurre esto cuando se compara los niveles de guano de islas sin EM (C₅). El coeficiente de variación (3.96%) indica un buen nivel de precisión. Al haberse encontrado diferencia estadística de alta significancia entre los tratamientos, se procedió a realizar la prueba de Duncan (0.05) correspondiente, el mismo que se presenta en la figura 3.4.

Tabla 3.4. Análisis funcional de la varianza del diámetro de cápsulas.

F. Variación	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Bloque	2	0.007	0.003	1.56	0.2379 ns
Tratamiento	9	0.186	0.021	9.68	<.0001 **
C ₁ : Con EM Vs Sin EM	1	0.010	0.010	4.72	0.0433 *
C ₂ : (Testigo Vs Abonados) sin EM	1	0.078	0.078	36.77	<.0001 **
C ₃ : (H.L Vs G.I) sin EM	1	0.005	0.005	2.44	0.1357 ns
C ₄ : (H.L 5 t.ha ⁻¹ Vs H.L 10 t.ha ⁻¹) sin EM	1	0.003	0.003	1.53	0.2319 ns
C ₅ : (G. I 1 t.ha ⁻¹ Vs G.I 2 t.ha ⁻¹) sin EM	1	0.007	0.007	3.44	0.080 ns
C ₆ : (Sin abono Vs Abonados) con EM	1	0.055	0.055	25.86	<.0001 **
C ₇ : (H.L Vs G.I) con EM	1	0.003	0.003	1.26	0.2755 ns
C ₈ : (H.L 5 t.ha ⁻¹ Vs H.L 10 t.ha ⁻¹) con EM	1	0.007	0.007	3.12	0.0941 ns
C ₉ : (G. I 1 t.ha ⁻¹ Vs G.I 2 t.ha ⁻¹) con EM	1	0.017	0.017	8.00	0.0112 *
Error	18	0.038	0.002		
Total	29	0.231			

C. V = 3.96%

En la figura 3.4 se muestra la prueba de Duncan del diámetro. Se determinó que el mayor diámetro (1,28 cm) corresponde al tratamiento T₁₀ (2 t.ha⁻¹ de guano de islas con EM) sin diferencia estadística con los tratamientos T₅ y T₈, con un promedio 1,24 cm y 1,23 cm, seguido de T₃, T₉, T₄, T₇ y T₂ con un promedio de 1,19; 1,18; 1,17; 1,16 y 1,14 cm respectivamente; mientras que el diámetro más baja corresponde al testigo (1,00 cm) sin diferencia estadística con el tratamientos T₆ (sin abonamiento y con EM) que reportó 1,06 cm. Así mismo los abonados con EM tuvieron mejor respuesta (1,18 cm) en comparación a los abonados sin EM (1,15 cm) con diferencia significativa.

Los resultados encontrados en el trabajo de investigación son menores a los resultados reportados por Castillo (2005) obtuvo mejores resultados del diámetro con el abonamiento de guano de islas a 1 t.ha^{-1} con 1,46 cm, seguido del inoculante (*Rhizobium*) con 1,40 cm, así mismo el guano de islas (1 t.ha^{-1}) más inoculante (*Rhizobium*) con 1,36 cm y por último el testigo obtuvo 1,36. Por otro lado Mazzani, E. et al. (2010) al evaluar 546 accesiones de maní, refieren que los valores del ancho del fruto es entre 7 a 17 mm resultados que se encuentran dentro de los rangos citados anteriormente. En la figura 3.4 observamos que las fuentes y niveles de abonamiento orgánico con y sin microorganismos eficientes influyen en el incremento del diámetro de cápsulas, con una diferencia mínima dado que todos son estadísticamente similares y superiores al testigo; evidenciando que las fuentes y niveles de abonamiento orgánico en el suelo franco arenoso y la aplicación de microorganismos eficientes contribuye en la mejora del cultivo; como lo menciona IICA (2012) que los cultivos muestran altas respuestas a la aplicación de abonos orgánicos; la disponibilidad de estos es más constante durante el desarrollo del cultivo en ellos están presentes casi todos los elementos esenciales, que son liberados durante la mineralización en diferentes cantidades de acuerdo a la riqueza en nutrimentos de estos materiales orgánicos; el efecto en la respuesta de los cultivos debe interpretarse como efecto conjunto sobre las propiedades físicas, químicas, biológicas y nutrimentales, que repercute en un mejor desarrollo y rendimiento de los cultivos. Así mismo Huerta (2016) hace referencia que los nutrientes que contienen los abonos orgánicos permanecen en el suelo mucho más tiempo que los artificiales, evitándose además que por lixiviación se contaminen los acuíferos o se laven más rápidamente de las capas superficiales del suelo. Por otro lado Mejía (2016) menciona que los abonos orgánicos favorecen a los suelos al activar las bacterias descomponedoras y a largo plazo son la mejor alternativa; a la vez modifican las propiedades y características del suelo como el pH, capacidad de intercambio iónico, quelatación de elementos, disponibilidad de fósforo, calcio, magnesio y potasio.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo sugieren que el aporte de cualquier fuente de abono orgánico influye en el diámetro de cápsulas, asimismo la aplicación de EM tiene efectos positivos en el diámetro.

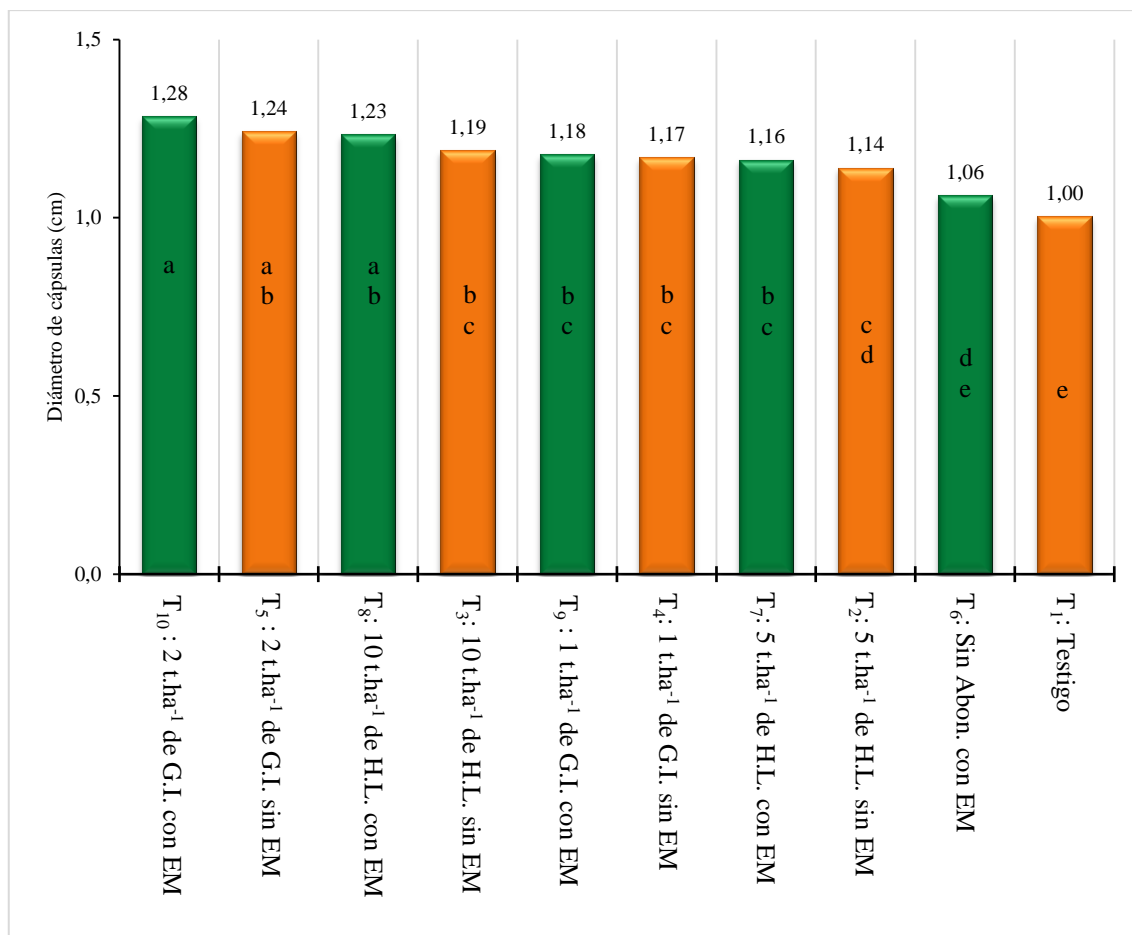


Figura 3.4. Prueba de Duncan ($p = 0.05$) del diámetro de cápsulas (cm), bajo la influencia del guano de islas y humus de lombriz con y sin microorganismos eficientes. Pichari 541 msnm – Cusco.

3.1.5. Número de granos por cápsula

La tabla a5 del anexo 1 muestra los valores del número de granos por cápsula de los tratamientos, los que varían de 3,31 (2 t.ha⁻¹ de guano de islas con EM) a 2,77 (testigo sin EM).

El ANAFUNVA del número de granos por cápsula (tabla 3.5), indica que no hay diferencia estadística entre bloques; mientras que para tratamientos existe una diferencia estadística altamente significativa; entre con y sin la aplicación de microorganismos eficientes (C_1) no existe diferencia significativa. Mientras que entre los no abonados y las fuentes de abono orgánico (humus de lombriz y guano de islas) sin EM (C_2) o con EM (C_6) existe alta diferencia significativa. Entre las fuentes de abono orgánico sin EM (C_3) o con EM (C_7) no existe diferencia significancia. Sin embargo entre los niveles de humus de lombriz sin EM (C_4) o con EM (C_8) existe una diferencia significativa, no

ocurre esto cuando se compara los niveles de guano de islas sin EM (C₅) o con EM (C₉). El coeficiente de variación (5.19%) indica un buen nivel de precisión. Al haberse encontrado diferencia estadística de alta significancia entre los tratamientos, se procedió a realizar la prueba de Duncan (0.05) correspondiente, el mismo que se presenta en la figura 3.5.

Tabla 3.5. Análisis funcional de la varianza del número de granos por cápsula.

F. Variación	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Bloque	2	0.030	0.015	0.61	0.5562 ns
Tratamiento	9	1.053	0.117	4.66	0.0027 **
C ₁ : Con EM Vs Sin EM	1	0.019	0.019	0.77	0.3928 ns
C ₂ : (Testigo Vs Abonados) sin EM	1	0.248	0.248	9.89	0.0056 **
C ₃ : (H.L Vs G.I) sin EM	1	0.032	0.032	1.28	0.2736 ns
C ₄ : (H.L 5 t.ha ⁻¹ Vs H.L 10 t.ha ⁻¹) sin EM	1	0.141	0.141	5.62	0.0292 *
C ₅ : (G. I 1 t.ha ⁻¹ Vs G.I 2 t.ha ⁻¹) sin EM	1	0.064	0.064	2.55	0.1276 ns
C ₆ : (sin abono Vs Abonados) con EM	1	0.318	0.318	12.67	0.0022 **
C ₇ : (H.L Vs G.I) con EM	1	0.052	0.052	2.07	0.1673 ns
C ₈ : (H.L 5 t.ha ⁻¹ Vs H.L 10 t.ha ⁻¹) con EM	1	0.126	0.126	5.02	0.0379 *
C ₉ : (G. I 1 t.ha ⁻¹ Vs G.I 2 t.ha ⁻¹) con EM	1	0.052	0.052	2.08	0.1663 ns
Error	18	0.452	0.025		
Total	29	1.536			

C. V = 5.19%

En la figura 3.5 se muestra la prueba de Duncan del número de granos por cápsula. Se determinó que el mayor número de granos (3,31) corresponde al tratamiento T₁₀ (2 t.ha⁻¹ de guano de islas con EM) sin diferencia estadística con los tratamientos T₅, T₈, T₃, T₉ y T₄ con un promedio de 3,25; 3,23; 3,19; 3,12 y 3,04 respectivamente, mientras que el número de granos por cápsula más baja corresponde al testigo que alcanzó 2,77 sin diferencia estadística con el tratamientos T₆ (sin abonamiento y con EM) que reportó 2,79.

Los resultados encontrados en el trabajo de investigación son menores a los resultados reportados por Castillo (2005) que obtuvo mejores resultados del número de granos por cápsula con el abonamiento de 1 t.ha⁻¹ de guano de islas más inoculante (*Rhizobium*) con 2,59; seguido de 1 t.ha⁻¹ de guano de islas con 2,54 y por último el testigo obtuvo

2,45; asimismo este autor encontró diferencia estadística altamente significativa por efecto del abonamiento, variedad y la interacción, lo que indica que los niveles de fertilización orgánica al igual que las variedades influyen el número de granos por vaina. En la figura 3.5 observamos que las fuentes y niveles de abonamiento orgánico con y sin microorganismos eficientes influyen en el número de granos por cápsulas, con una diferencia mínima dado que todos son estadísticamente similares y superiores al testigo; las diferencias encontradas son pequeñas probablemente a las características físicas y químicas del suelo, y por el contenido de potasio disponible en el suelo que fue de $332.16 \text{ kg K}_2\text{O}\cdot\text{ha}^{-1}$; y al aporte nutricional de N,P,K y otros micro elementos presentes en el guano de islas y humus de lombriz y los efectos positivos de la materia orgánica que contribuye a un mejor aprovechamiento de los abonos potásicos por retener agua, con lo que disminuye las pérdidas de potasio, que al estar disuelto en agua se perdería hacia capas más profundas, y evita que el potasio asimilable derive a formas que no sean asimilables (Andrades & Martínez, 2014). El abonamiento potásico aumenta el número de granos por vaina asegurando una mejor fecundación de óvulos (Manuales para la educación Agropecuaria, 1988; citado por Mendoza, 2004). A la vez favorece la concentración de azúcares dentro de ellas y mejora el régimen hídrico de la planta, regula el cierre y la apertura de los estomas y aumenta la tolerancia a la sequía, heladas y salinidad, participa en la síntesis de azúcar y almidón (Kass, 1996). Así mismo Gillier y Silvestre (1970) mencionan que el número de granos por cápsula y la longitud están fuertemente correlacionados con el peso del grano. Por otro lado cuando el potasio está ausente, las plantas son más susceptible a plagas y enfermedades, adicionalmente, se retrasa el desarrollo y el crecimiento de la planta, ya que la velocidad relativa de crecimiento está relacionada con el transporte del potasio de la raíz al tallo y a las hojas, esto repercute en la apertura y cierre de estomas. Se reduce la eficiencia del uso de agua, los cuales se encuentran bajo estrés hídrico, que detiene su crecimiento, lo que ocasiona hojas flácidas y plantas más pequeñas (Moreno, 2007).

Los resultados obtenidos en el presente trabajo sugieren que el aporte de cualquier fuente de abono orgánico influye positivamente en el número de granos por cápsula.

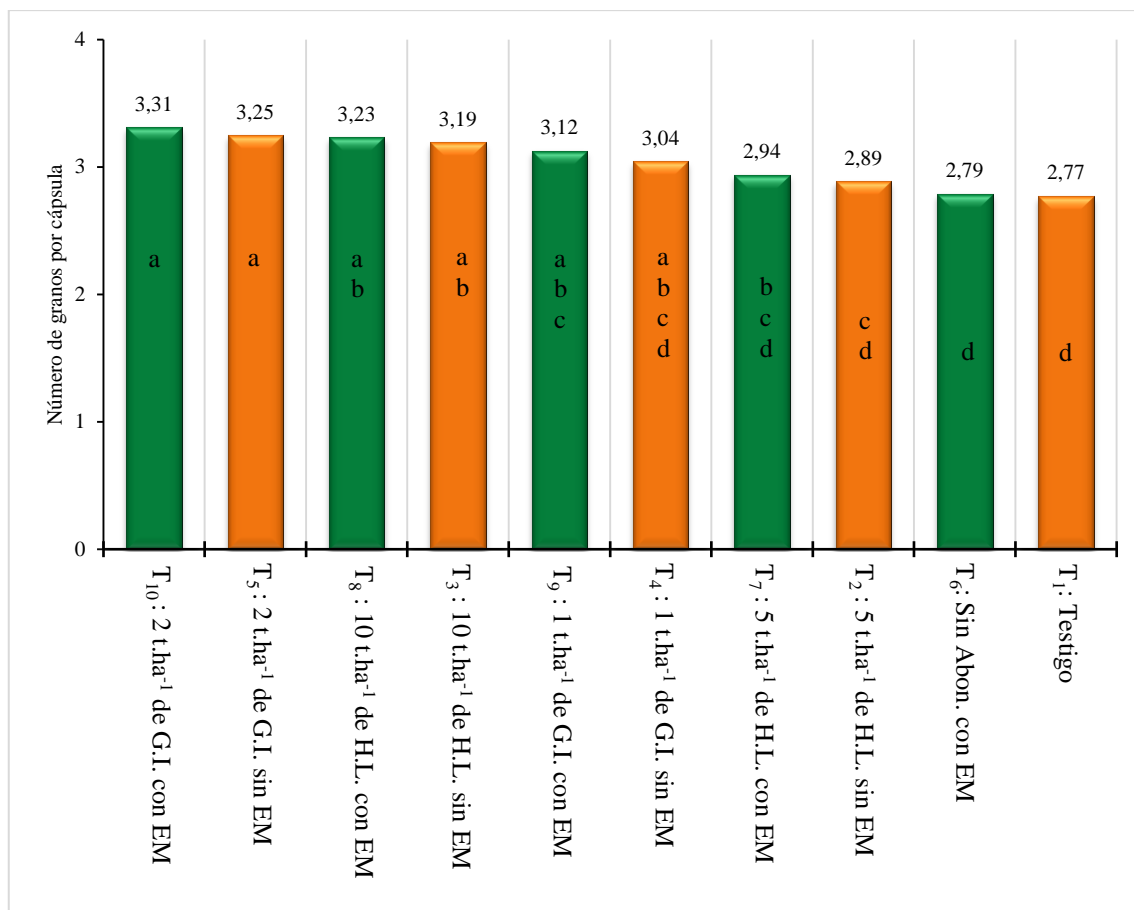


Figura 3.5. Prueba de Duncan ($p = 0.05$) del número de granos por cápsula, bajo la influencia del guano de islas y humus de lombriz con y sin microorganismos eficientes. Pichari 541 msnm – Cusco.

3.1.6. Rendimiento de cápsulas secas más grano ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$)

La tabla a6 del anexo 1 muestra los valores del rendimiento de cápsulas secas más grano ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) de los tratamientos, los que varían de $6137,87 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ (2 t.ha⁻¹ de guano de islas con EM) a $2679,48 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ (testigo sin EM).

El ANAFUNVA del rendimiento de cápsulas secas más grano (tabla 3.6), indica que no hay diferencia estadística entre bloques; mientras que para tratamientos existe una diferencia altamente significativa, entre con y sin la aplicación de microorganismos eficientes (C₁) existe diferencia significativa. Mientras que entre los no abonados y las fuentes de abono orgánico (humus de lombriz y guano de islas) sin EM (C₂) o con EM (C₆) existe alta diferencia significativa. Entre las fuentes de abono orgánico con EM (C₇) existe diferencia significativa, no ocurre esto cuando se compara con las fuentes de abono orgánico sin EM (C₃). Entre los niveles de humus de lombriz sin EM (C₄) o con

EM (C₈) existe una diferencia significativa. Mientras entre los niveles de guano de islas sin EM (C₅) o con EM (C₉) existe alta diferencia significativa. El coeficiente de variación (9.52%) indica un buen nivel de precisión. Al haberse encontrado diferencia estadística de alta significancia entre los tratamientos, se procedió a realizar la prueba de Duncan (0.05) correspondiente, el mismo que se presenta en la figura 3.6.

Tabla 3.6. Análisis funcional de la varianza del rendimiento de cápsulas secas más grano.

F. Variación	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Bloque	2	260552.10	130276.05	0.67	0.5225 ns
Tratamiento	9	32669741.35	3629971.26	18.75	<.0001 **
C ₁ : Con EM Vs Sin EM	1	967038.35	967038.35	5.00	0.0383 *
C ₂ : (Testigo Vs Abonados) sin EM	1	11643586.76	11643586.76	60.15	<.0001 **
C ₃ : (H.L Vs G.I) sin EM	1	702850.28	702850.28	3.63	0.0728 ns
C ₄ : (H.L 5 t.ha ⁻¹ Vs H.L 10 t.ha ⁻¹) sin EM	1	1453565.04	1453565.04	7.51	0.0134 *
C ₅ : (G. I 1 t.ha ⁻¹ Vs G.I 2 t.ha ⁻¹) sin EM	1	2082715.95	2082715.95	10.76	0.0042 **
C ₆ : (Sin abono Vs Abonados) con EM	1	11004594.66	11004594.66	56.85	<.0001 **
C ₇ : (H.L Vs G.I) con EM	1	1301742.70	1301742.70	6.73	0.0184 *
C ₈ : (H.L 5 t.ha ⁻¹ Vs H.L 10 t.ha ⁻¹) con EM	1	1498030.65	1498030.65	7.74	0.0123 *
C ₉ : (G. I 1 t.ha ⁻¹ Vs G.I 2 t.ha ⁻¹) con EM	1	2015616.96	2015616.96	10.41	0.0047 **
Error	18	3484089.99	193560.55		
Total	29	36414383.43			

C. V = 9.52%

En la figura 3.6 se muestra la prueba de Duncan del rendimiento de cápsulas secas más grano. Se determinó que el mayor rendimiento (6137,87 kg.ha⁻¹) corresponde al tratamiento T₁₀ (2 t.ha⁻¹ de guano de islas con EM) sin diferencia estadística con el tratamiento T₅ y T₈ con un promedio 5713,27 y 5399,22 kg.ha⁻¹ respectivamente, a su vez todos los tratamientos muestran diferencia significativa respecto al testigo excepto el T₆, mientras que el rendimiento más bajo corresponde al testigo (2679,48 kg.ha⁻¹). La diferencia entre el tratamiento de mayor y el de menor rendimiento fue de 3458.39 kg.ha⁻¹, De estas comparaciones se deduce que todos los tratamientos que muestran rendimientos elevados, poseen mayores niveles de guano de islas con la aplicación de EM, los cuales tuvieron efectos positivos, incluso en los niveles bajos.

Los resultados encontrados en el trabajo de investigación son menores a los resultados reportados por Castillo (2005) reportó mayores rendimientos de cápsulas más grano con el guano de islas a 1 t.ha^{-1} con un rendimiento de $4917,00 \text{ kg.ha}^{-1}$, seguido del guano de islas a 1 t.ha^{-1} más inoculación (*Rhizobium*) que obtuvo $4765,00 \text{ kg.ha}^{-1}$ y por último el testigo obtuvo $2293,00 \text{ kg.ha}^{-1}$; a su vez Mendoza (2004) reportó mayores rendimientos con la fórmula de fertilización $F_3 (210 - 260 - 60)$ con un rendimiento de $4812,5 \text{ kg.ha}^{-1}$, seguido de $F_2 (110 - 180 - 30)$ con $4807,29 \text{ kg.ha}^{-1}$. Por otro lado Haya (2003) manifiesta que bajo condiciones de selva baja y en suelo aluvial obtuvo mayores rendimientos de maní en cascara con abonamiento de 5 t.ha^{-1} de humus de lombriz con $3304,00 \text{ kg.ha}^{-1}$, seguido de la fertilización inorgánica con $3125,00 \text{ kg.ha}^{-1}$, estiércol de vacuno (5 t.ha^{-1}) con $3075,00 \text{ kg.ha}^{-1}$ y por último el testigo sin fertilizante con $2541,00 \text{ kg.ha}^{-1}$. Sin embargo, nuestros resultados puedan obedecer probablemente al alto contenido y la alta disponibilidad de nutrientes presentes en el guano de islas, a la mineralización de la materia orgánica por la aplicación de microorganismos eficientes, así mismo a las condiciones de selva que son favorables para que su mineralización sea completa y por el mejoramiento de estructura del suelo; entre los microorganismos más importantes se encuentran las bacterias nitrificantes, del grupo de *Nitrosomonas* y *Nitrobáctera*, la primera transforma el amonio a nitrito y *Nitrobáctera* oxida el nitrito a nitrato, que es la forma cómo las plantas toman mayormente el nitrógeno del suelo (Pozo, 2015). Así mismo Macedo (2014) en su trabajo experimental determino que el guano de islas registró el mayor número de frutos en comparación a los otros tratamientos Humus, Ekotrón y Testigo. Por otro lado Baliña, R. et al. (2012) menciona que la utilización de microorganismos tiene un rol protagónico y está probado que incrementa la producción en cantidad y calidad, más que atribuidas a un sólo efecto directo o indirecto, promueven lo que se denomina “efecto aditivo” una mejora en el cultivo por la pequeña mejora de muchos parámetros. Así mismo la temperatura es uno de los factores principales en el rendimiento y determinantes del cultivo de maní, estos han sido favorables para el periodo de floración con temperatura promedio de $26.70 \text{ }^\circ\text{C}$, así mismo la temperatura promedio para la fructificación y la madurez fueron adecuadas con $27.05 \text{ }^\circ\text{C}$. Con respecto a la precipitación, se observa que ha sido distribuida en forma irregular durante los meses del ciclo del cultivo de maní, la cantidad de agua provenientes de la precipitación desde el inicio de floración y desde el inicio de llenado de granos han sido satisfactorios (665.9 mm) necesarios para cubrir los dos periodos

críticos de demanda de agua por el cultivo de maní y por tal motivo los rendimientos fueron altos.

De acuerdo a los resultados del rendimiento de maní que se observa en la figura 3.6; los diferentes niveles de abono orgánicos (guano de islas y humus de lombriz) tuvieron mejor respuesta por la acción del EM, en comparación a los abonados sin EM; el guano de islas tuvo mejores rendimientos en comparación al humus del lombriz por la mayor disponibilidad de elementos minerales listos para su absorción por la planta, mejorando así el rendimiento de maní con cáscara.

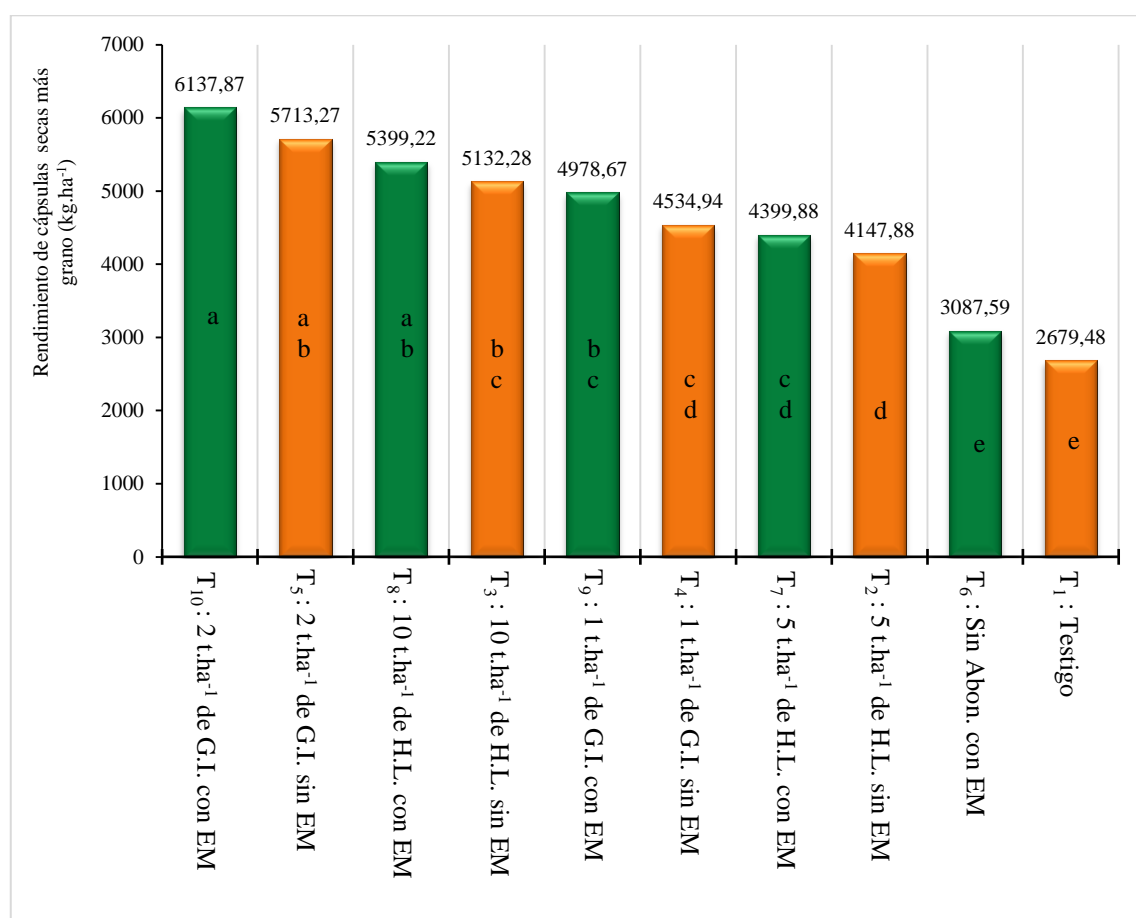


Figura 3.6. Prueba de Duncan ($p = 0.05$) del rendimiento de cápsulas secas más grano (kg.ha⁻¹), bajo la influencia del guano de islas y humus de lombriz con y sin microorganismos eficientes. Pichari 541 msnm – Cusco.

3.1.7. Rendimiento de grano limpio (kg.ha⁻¹)

La tabla a7 del anexo 1 muestra los valores del rendimiento de grano limpio de los tratamientos, los que varían de 4826,12 kg.ha⁻¹ (2 t.ha⁻¹ de guano de islas con EM) a 1774,14 kg.ha⁻¹ (testigo sin EM).

El ANAFUNVA del rendimiento de grano (tabla 3.7), indica que no hay diferencia estadística entre bloques; mientras que para tratamientos existe diferencia altamente significativa, lo que indica que las fuentes de abono orgánico (humus de lombriz y guano de islas) sin y con EM influyeron en el rendimiento. Entre las fuentes de abono orgánico existe diferencia estadística altamente significativa. El coeficiente de variación (6.77%) indica un buen nivel de precisión. Al haberse encontrado diferencia estadística de alta significancia entre los tratamientos, se procedió a realizar la prueba de Duncan (0.05) como se presenta en la Figura 3.7.

Tabla 3.7. Análisis funcional de la varianza del rendimiento de grano limpio de maní.

F. Variación	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Bloque	2	322138.54	161069.27	2.96	0.0773 ns
Tratamiento	9	27990295.88	3110032.88	57.19	<.0001 **
C ₁ : Con EM Vs Sin EM	1	664650.98	664650.98	12.22	0.0026 **
C ₂ : (Testigo Vs Abonados) sin EM	1	8680043.42	8680043.42	159.62	<.0001 **
C ₃ : (H.L Vs G.I) sin EM	1	773582.52	773582.52	14.23	0.0014 **
C ₄ : (H.L 5 t.ha ⁻¹ Vs H.L 10 t.ha ⁻¹) sin EM	1	1765783.25	1765783.25	32.47	<.0001 **
C ₅ : (G. I 1 t.ha ⁻¹ Vs G.I 2 t.ha ⁻¹) sin EM	1	1621204.22	1621204.22	29.81	<.0001 **
C ₆ : (Sin abono Vs Abonados) con EM	1	9671267.78	9671267.78	177.85	<.0001 **
C ₇ : (H.L Vs G.I) con EM	1	1009316.00	1009316.00	18.56	0.0004 **
C ₈ : (H.L 5 t.ha ⁻¹ Vs H.L 10 t.ha ⁻¹) con EM	1	2045915.54	2045915.54	37.62	<.0001 **
C ₉ : (G. I 1 t.ha ⁻¹ Vs G.I 2 t.ha ⁻¹) con EM	1	1758532.17	1758532.17	32.34	<.0001 **
Error	18	978835.37	54379.74		
Total	29	29291269.79			

C. V = 6.77%

En la tabla 3.7 al comparar el aporte de EM entre el no aporte del EM a los abonados orgánicos (C₁), se muestra diferencia altamente significativa, correspondiendo al mayor rendimiento de 3593,24 kg.ha⁻¹ a la aplicación EM a los abonados orgánicos, respecto a los abonados sin EM con 3295,55 kg.ha⁻¹ (Anexo 1, tabla a7).

El contraste C₂, consiste en comparar el testigo T₁ (sin abonamiento y sin EM) entre el promedio de los tratamientos T₂, T₃, T₄ y T₅ (Abonados sin EM con H.L 5 t.ha⁻¹, H.L 10 t.ha⁻¹, G. I 1 t.ha⁻¹ y G.I 2 t.ha⁻¹); se encontró diferencia altamente significativa, correspondiendo al mayor rendimiento de grano limpio (3675,90 kg.ha⁻¹) a los abonados sin EM, respecto al testigo con 1774,14 kg.ha⁻¹ (Anexo 1, tabla a7).

El contraste C₃ compara el abonado orgánico (humus de lombriz y guano de islas) sin EM, muestra diferencia altamente significativa correspondiendo el mayor rendimiento de grano limpio (3929,80 kg.ha⁻¹) a los abonados con guano de islas sin EM, respecto a los abonados con humus de lombriz sin EM que alcanzaron 3422,00 kg.ha⁻¹ (Anexo 1, tabla a7).

La comparación entre los niveles de humus de lombriz (5 t.ha⁻¹ y 10 t.ha⁻¹) sin EM (C₄) indica diferencia altamente significativa, correspondiendo al rendimiento más bajo de grano limpio (2879,51 kg.ha⁻¹) a 5 t.ha⁻¹ de humus de lombriz sin EM y el valor más alto, corresponde a 10 t.ha⁻¹ de humus de lombriz sin EM con 3964,49 kg.ha⁻¹ (Anexo 1, tabla a7).

La comparación entre guano de islas (1 t.ha⁻¹ y 2 t.ha⁻¹) sin EM (C₅) indica diferencia altamente significativa, correspondiendo al rendimiento más bajo de grano limpio (3409,99 kg.ha⁻¹) a 1 t.ha⁻¹ de guano de islas sin EM y el valor más alto a 2 t.ha⁻¹ de guano de islas sin EM con 4449,61 kg.ha⁻¹ (Anexo 1, tabla a7).

El contraste C₆, consistió en comparar el tratamiento 6 (sin abonamiento con EM) entre el promedio de los tratamientos T₇, T₈, T₉ y T₁₀ (Abonados con EM con H.L 5 t.ha⁻¹, H.L 10 t.ha⁻¹, G.I 1 t.ha⁻¹ y G.I 2 t.ha⁻¹); se encontró diferencia altamente significativa, correspondiendo al mayor rendimiento de grano limpio (3994,72 kg.ha⁻¹) a los abonados con EM, respecto al tratamiento 6 (sin abonamiento con EM) con un rendimiento de 1987,32 kg.ha⁻¹ (Anexo 1, tabla a7).

El contraste C₇ compara el abonado orgánico (humus de lombriz y guano de islas) con EM, se muestra diferencia altamente significativa correspondiendo el mayor rendimiento de grano limpio (4284,74 kg.ha⁻¹) a los abonados con guano de islas con

EM, respecto a los abonados con humus de lombriz sin EM que alcanzaron 3704,71 kg.ha⁻¹ (Anexo 1, tabla a7).

La comparación entre los niveles de humus de lombriz (5 t.ha⁻¹ y 10 t.ha⁻¹) con EM (C₈), indica diferencia altamente significativa correspondiendo al rendimiento más bajo de grano limpio (3120,77 kg.ha⁻¹) a 5 t.ha⁻¹ de humus de lombriz con EM y el valor más alto, corresponde a 10 t.ha⁻¹ de humus de lombriz con EM de 4288,65 kg.ha⁻¹ (Anexo 1, tabla a7).

La comparación entre los niveles de guano de islas (1 t.ha⁻¹ y 2 t.ha⁻¹) con EM (C₉), indica diferencia altamente significativa correspondiendo al rendimiento más bajo de grano limpio (3743,36 kg.ha⁻¹) a 1 t.ha⁻¹ de guano de islas con EM y el valor más alto corresponde a 2 t.ha⁻¹ de guano de islas con EM que alcanzó 4826,12 kg.ha⁻¹ (Anexo 1, tabla a7).

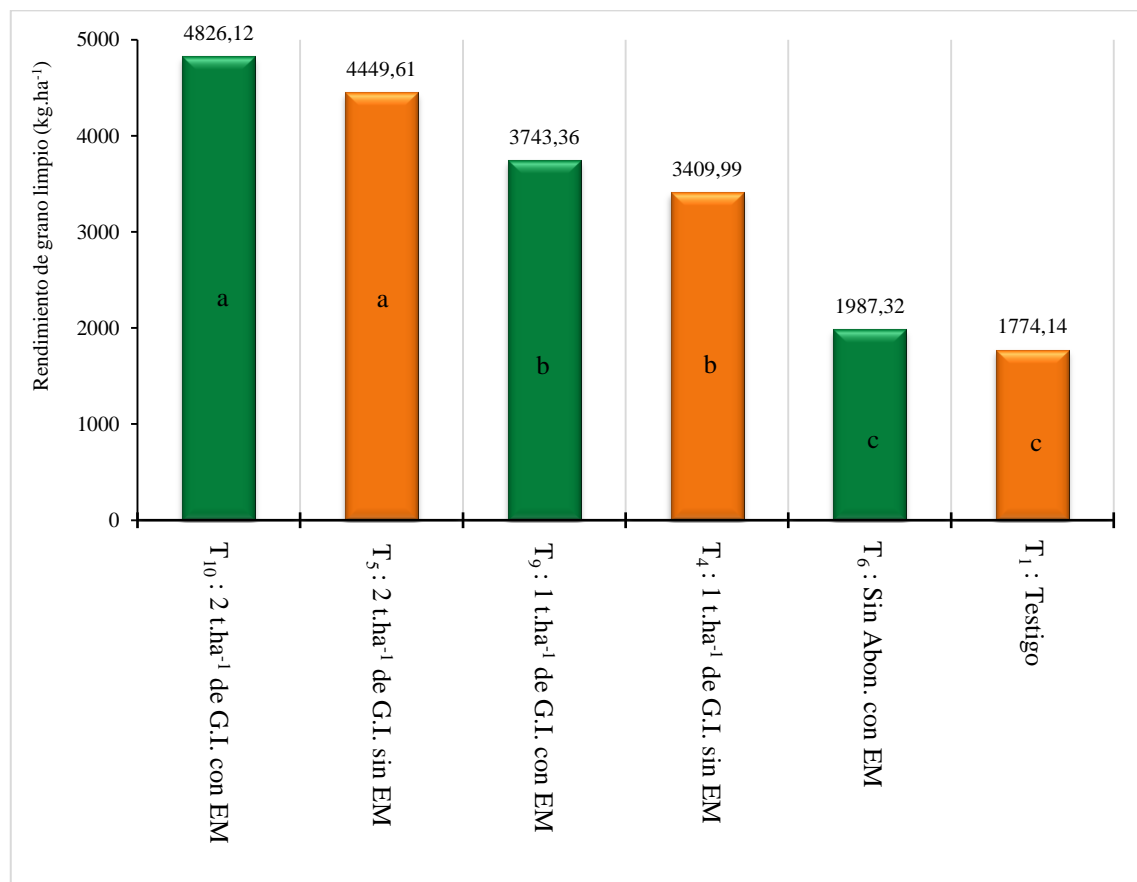


Figura 3.7. Prueba de Duncan (0.05) del rendimiento de grano limpio (kg.ha⁻¹), bajo la influencia de guano de islas con y sin microorganismos eficientes. Pichari 541 msnm –Cusco.

En la figura 3.7 se muestra la prueba de Duncan del rendimiento de grano limpio. Se determinó que el rendimiento más alto ($4826,12 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) corresponde al tratamiento T₁₀ ($2 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ de guano de islas con EM) sin diferencia estadística con el tratamiento T₅ ($2 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ de guano de islas sin EM) que reportó $4449,61 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, con diferencia estadística a los demás tratamientos. A su vez los tratamientos T₉ y T₄ alcanzaron un promedio de $3743,36$ y $3409,99 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ respectivamente sin diferencia estadística entre estos; los rendimientos más bajos corresponden al testigo T₁ ($1774,14 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$). La diferencia entre el tratamiento de mayor y el de menor rendimiento fue de $3051,98 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, que obedece principalmente al diferente comportamiento del cultivo de maní a la aplicación del guano de islas. De estas comparaciones se deduce que todos los tratamientos que muestran rendimientos elevados, poseen mayores niveles de guano de islas con la aplicación de EM, los cuales tuvieron efectos positivos, incluso en el nivel bajo.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo son ligeramente menores en comparación a los registrados por Castillo (2005), en el valle del río Apurímac (Arwimayo), quien obtuvo con abonamiento de $1 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ de guano de islas un rendimiento de $3678,7 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, seguido de $1 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ de guano de islas más inoculación (*Rhizobium*) con $3551,2 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ y por último con el testigo alcanzó $1703 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Los mejores rendimientos de $2 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ de guano de islas con microorganismos eficientes, se deberían probablemente a la alta disponibilidad de nutrientes del guano de islas como lo menciona Proabonos (2003), citado por Morote (2015) en promedio el 35% de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y demás nutrientes presentes en el guano, están disponibles para ser absorbidas por las raíces de las plantas en forma inmediata. Por tal motivo del nitrógeno total en promedio 35 % se encuentra en forma disponible (82.5 kg NH_4^+ y 3.8 kg NO_3^-), probablemente el nitrógeno produjo mayor grado de ramificación, buen diámetro, mayor longitud de raíces y mayor área xilemática, que está relacionada a la biomasa del cultivo por ende un mayor rendimiento; el nitrógeno es esencial para el maní, que lo contiene en cantidades muy importantes, tanto en follaje como en los granos (proteínas) (Vigil, J. 2001). La acumulación del nitrógeno ocurre en la formación y llenado de granos, en la etapa reproductiva el nitrógeno es continuamente movilizado desde las hojas hacia los frutos en crecimiento, mejorando los rendimientos del maní (Cholaky, L. et al. 1986). Así mismo el calcio es requerido en elevadas cantidades por el cultivo de maní, determinante de un adecuado llenado de granos y de una alta calidad de

semillas (Gascho & Davis, 1995; citado por Fernández & Giayetto, 2017). En el momento de fructificación, cuando las necesidades de calcio son muy elevadas, la planta procura este elemento a través de las raíces, así como por los ginóforos y las cubiertas en formación. Se ha demostrado que el calcio aplicado en la zona de fructificación es absorbido por los frutos en formación incluso si el sistema radicular de la planta está situado en un medio pobre de calcio (Vijil, J., 2001). Así mismo el 65 % del nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y demás nutrientes presentes en el guano de islas se encuentran en forma orgánica probablemente estos se hayan solubilizado con la aplicación del EM como lo menciona Morote (2015) la aplicación de los microorganismos eficientes tienen un efecto solubilizante sobre el guano de islas, que se traduce en una mayor concentración de nutrientes disponibles para la planta, lo que permite mejorar el rendimiento del cultivo en comparación con los no inoculados. A su vez Acosta (2012) afirma que las enmiendas orgánicas son fermentadas por diferentes especies de *Lactobacillus* y otros microorganismos productores de ácido láctico el cual funciona como agente altamente esterilizador, suprime microorganismos patógenos, incrementa y acelera la transformación de la materia orgánica la cual libera una gran parte de los nutrientes, vitaminas, ácidos orgánicos y fundamentalmente sustancias antioxidantes. A su vez el guano de islas aporta microorganismos benéficos que van a enriquecer la microflora del suelo, incrementando la actividad microbiana notablemente, lo que le confiere al suelo la propiedad de "organismo viviente". Entre los microorganismos más importantes se encuentran las bacterias nitrificantes, del grupo de *Nitrosomonas* y *Nitrobáctera*, la primera transforma el amonio a nitrito y *Nitrobáctera* oxida el nitrito a nitrato, que es la forma cómo las plantas toman mayormente el nitrógeno del suelo (Pozo, 2015). Por otro lado el cultivo de maní no se comporta de igual manera a los diferentes tipos de suelos, pues requiere para su mejor desarrollo aquellos que tienen textura ligera factor que restringe y define perfectamente las áreas maniseras. El suelo más apto para el cultivo de maní debe ser de textura media: Franco limoso o franco arenoso, buen drenaje y aireación, sin capas endurecidas que obstaculicen el desarrollo de las raíces y el paso del agua (Ayala, 1975). Los suelos arenosos permiten obtener rendimientos altos y de buena calidad, debido a que tienen la ventaja de almacenar más temperatura, lo que permite a las plantas cumplir su ciclo vegetativo en menor tiempo que en otros tipos de suelo (Mendoza, H. et al. 2005). A su vez se puede considerar como un cultivo más tolerante a las condiciones cambiantes de climas tropicales, las temperaturas máxima, mínima y media fueron adecuadas para el

cultivo del maní (32.16, 21.34 y 26.75 °C respectivamente), sin embargo la ocurrencia de temperaturas elevadas (>36 °C) en floración, reducen significativamente la fijación o el llenado de los frutos y consecuentemente el número de frutos. Esto indica que la respuesta del número de clavos y de frutos a la temperatura diurna es cuantitativa (Vara, P. et al. 2000). Por otro lado la calidad del grano también se ve afectada por las temperaturas altas; incrementos de 40/34 °C reducen la concentración de aceite, aumentan las proteínas y modifican la composición de ácidos grasos, aunque existen diferencias genotípicas (Golombek, S. et al. 2001). Por otra parte el cultivo requiere de 400 a 1200 mm de agua para lograr buenos rendimientos, durante la ejecución se reportó 886.5 mm de agua provenientes de las lluvias; los que permitieron la mayor tasa fotosintética (Reddy, T. et al. 2003). Con buena disponibilidad de agua, se produce mayor número de ginóforos y de frutos maduros, aumenta la producción de frutos, la relación de flores/frutos, la producción de materia seca y el índice de cosecha (Haro, R. et al. 2011). Por otro lado la respuesta al nitrógeno se debe al bajo contenido del suelo con 7.31 kg.N-NO₃⁻.ha⁻¹ aproximadamente.

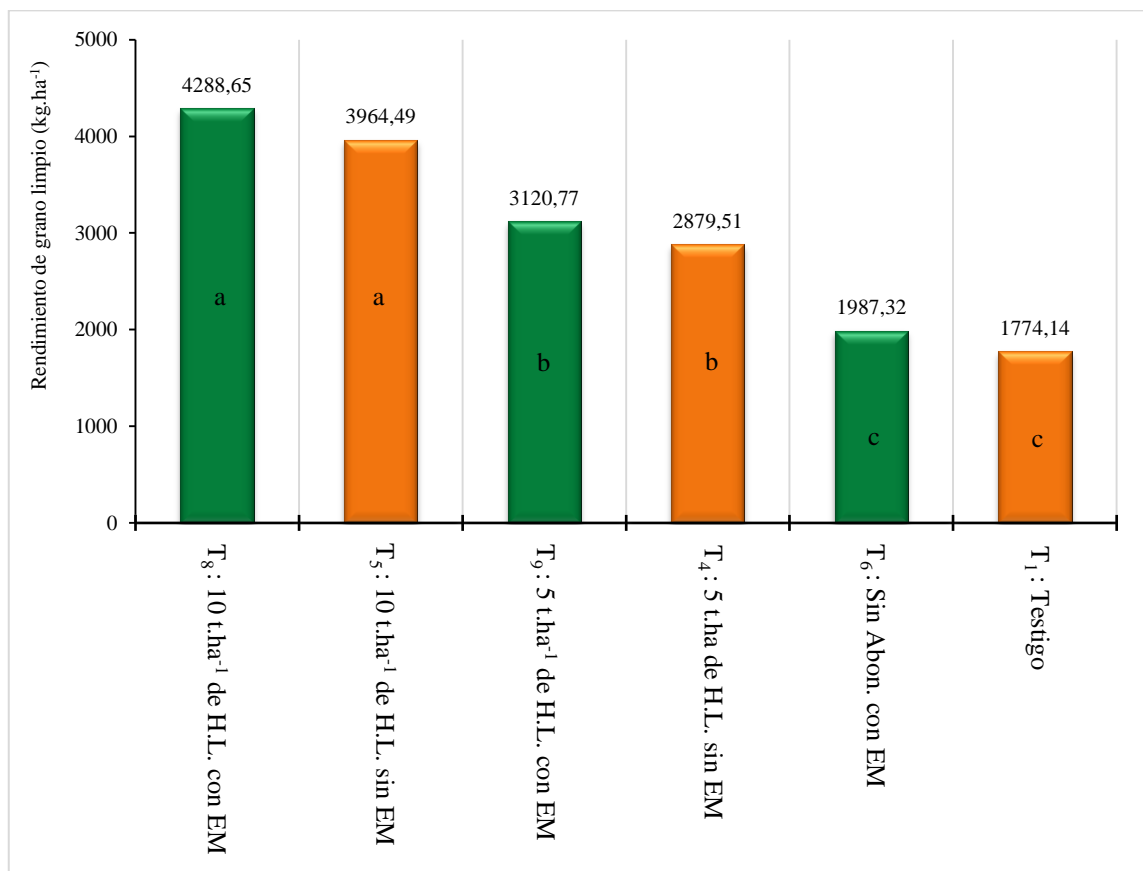


Figura 3.8. Prueba de Duncan (0.05) del rendimiento de grano limpio (kg.ha⁻¹), bajo la influencia de humus de lombriz con y sin microorganismos eficientes. Pichari 541 msnm –Cusco.

En la figura 3.8 se muestra la prueba de Duncan del rendimiento de grano limpio. Se determinó que el rendimiento más alto ($4288,65 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) corresponde al tratamiento T8 ($10 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ de humus de lombriz con EM) sin diferencia estadística con el tratamiento T3 ($10 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ de humus de lombriz sin EM) que reportó $3964,49 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, con diferencia estadística a los demás tratamientos. A su vez los tratamientos T7 y T2 alcanzaron un promedio de $3120,77$ y $2879,51 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ respectivamente sin diferencia estadística entre estos; los rendimientos más bajos corresponden al testigo T1 ($1774,14 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$).

La diferencia entre el tratamiento de mayor y el de menor rendimiento fue de $2514,51 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, que obedece principalmente al diferente comportamiento del cultivo de maní a la aplicación del humus de lombriz. De estas comparaciones se deduce que todos los tratamientos que muestran rendimientos elevados, poseen mayores niveles de humus de lombriz con la aplicación de EM, los cuales tuvieron efectos positivos, incluso en los niveles bajos.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo son ligeramente mayores en comparación a los registrados por Haya (2003) que bajo condiciones de selva baja y en suelo aluvial obtuvo mayores rendimientos de grano limpio ($2562,8 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) con $5 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ de humus de lombriz, seguido de $2,5 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ de estiércol de vacuno más fertilización inorgánica $40 - 40 - 80$ con $2430,6 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, fertilización inorgánica $40 - 40 - 80 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ con $2414,3 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ y testigo sin fertilización $2083,3 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Los mejores rendimientos de $10 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ de humus de lombriz con microorganismo eficientes, se deberían a la alta disponibilidad del N de esta fuente debido a su baja relación C/N y otros nutrientes, y sus efectos adicionales sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas (Haya, 2003). Como lo afirma Valderrama (1999) que la evolución del contenido de nitrógeno aumenta según las dosis de lombricompost aplicadas en el suelo, así mismo aumenta el contenido de fósforo disponible, dicho incremento, corresponde al mecanismo de liberación del fósforo inorgánico. Por otra parte el efecto de las materias orgánicas (humus de lombriz) son positivas, origina ligera cohesión en el suelo arenoso, por la acción de los coloides húmicos, los que actúan como aglutinante en ausencia de coloides arcillosos, otorgando al suelo una buena capacidad de agregación (Berríos, 2015); aumenta la porosidad del suelo y una redistribución de tamaños de poros, mejora la estructura y la capacidad de retención de

agua se incrementan (Aguilar, 2001); en suelos arenosos el agua atraviesa fácilmente los macroporos y se pierden sin aprovechar en su totalidad, la materia orgánica (humus de lombriz), en cambio puede absorber y retener cantidades de humedad equivalentes a varios veces sus propios pesos. Entonces al agregar a esos suelos una adecuada cantidad de materia orgánica (humus de lombriz), las partículas orgánicas especialmente al humedecerse obstruyen los poros de los suelos arenosos, aumentando su capacidad retentiva (Berríos, 2015). Así mismo la materia orgánica tiene más alta CIC que la arcilla, los suelos con alto contenido de materia orgánica reduce la pérdida por lixiviación de los macronutrientes y micronutrientes (INTAGRI, 2015); y por otro lado la materia orgánica al ser incorporada al suelo sufre proceso de descomposición, formando ácidos orgánicos con una alta cantidad de radical carboxilo (principalmente) estos al ionizarse liberan iones H^+ , de allí que sea considerado como una buena fuente de protones por lo que tienden a acidificar el medio, bajando el pH del suelo, incrementando el poder tampón (Porta & López, 2003); esas características del humus de lombriz mejora los rendimientos del cultivo de maní, así mismo una vez que el clavo penetra el suelo necesitará de condiciones de humedad (entre otras) para el buen desarrollo y crecimiento del fruto (Prathima, T. et al. 2012), por lo que una adecuada humedad en la zona de fructificación (5 – 10 cm de profundidad) durante los primeros 30 días de desarrollo de los frutos es muy importante (Singh, A. et al. 2013). Por otra parte la aplicación de microorganismos eficientes al humus de lombriz probablemente haya liberado diferentes nutrientes, por la mineralización del material orgánico. Los efectos antioxidantes de estos microorganismos pasan directamente al suelo e indirectamente a las plantas, manteniendo así el contenido alto de NPK. Este proceso aumenta el humus contenido en el suelo, siendo capaz de mantener una elevada calidad de la producción (Toalombo, 2012). El efecto del humus de lombriz con EM es eminente, la descomposición (mineralización) de la materia orgánica produce CO_2 , NH_4^+ , NO_3^- , PO_4^{3-} y SO_4^- . Estos elementos son fuentes nutritivos para el crecimiento y desarrollo de las plantas. Así mismo la transformación de la materia orgánica, favorecerá la formación de humus y este actuará como una enmienda, que mejora las propiedades del suelo y reducirá la pérdida por lixiviación de los macronutrientes y micronutrientes en consecuencia se incrementara el rendimiento del cultivo.

La figura 3.9 muestra los rendimientos superiores de grano limpio de maní, donde se observa claramente la superioridad de todos los tratamientos aplicados con

microorganismos eficientes, respecto a los que no recibieron microorganismos eficientes; y el guano de islas tuvo mejores rendimientos.

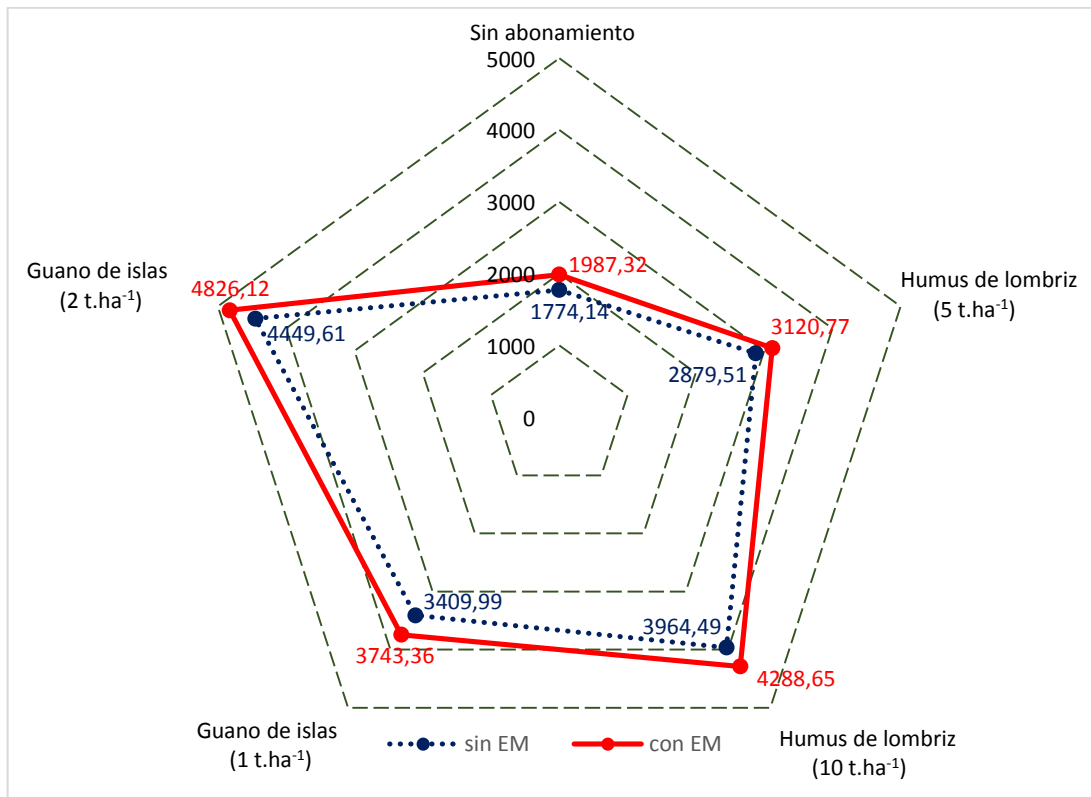


Figura 3.9. Rendimiento de grano limpio (kg.ha^{-1}), bajo la influencia del guano de islas y humus de lombriz con y sin microorganismos eficientes. Pichari 541 msnm – Cusco.

Se debe destacar que el mayor rendimiento de grano limpio corresponde a los abonados con guano de islas en comparación al humus de lombriz en los diferentes niveles con o sin EM; tal como lo afirma Ríos, N. *et al.* (2014) el guano de islas al ser un fertilizante natural completo que incorporado al suelo en forma oportuna y con un buen manejo agronómico del cultivo tiene efectos positivos en el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo; en comparación al humus que es un abono orgánico con mayor contenido de bacterias, tiene 2 billones de bacterias por gramo de humus; por esta razón su uso es efectivo en el mejoramiento de las propiedades biológicas del suelo y su uso se justifica principalmente para la fertilización integral (orgánica-mineral) en cultivos y su aplicación se recomienda entre golpes, entre plantas o en bandas (INFOAGRO, 2015).

3.2. RENTABILIDAD ECONÓMICA

Tabla 3.8. Índice de la rentabilidad económica de la producción del cultivo de maní, Pichari 541 msnm.

Tratamiento	Descripción	Rendimiento (kg.ha ⁻¹)	Precio (S/.kg)	Ingreso por venta (S/.)	Costo de producción	Utilidad	Índice de Rentabilidad
T ₁₀	2 t.ha ⁻¹ de guano de islas con EM	4826.12	4.00	19304.47	10403.19	8901.28	0.86
T ₅	2 t.ha ⁻¹ de guano de islas sin EM	4449.61	4.00	17798.44	9656.85	8141.59	0.84
T ₉	1 t.ha ⁻¹ de guano de islas con EM	3743.36	4.00	14973.44	8609.27	6364.18	0.74
T ₄	1 t.ha ⁻¹ de guano de islas sin EM	3409.99	4.00	13639.97	7892.85	5747.12	0.73
T ₈	10 t.ha ⁻¹ de humus de lombriz con EM	4288.65	4.00	17154.59	13614.72	3539.87	0.26
T ₃	10 t.ha ⁻¹ de humus de lombriz sin EM	3964.49	4.00	15857.97	12764.85	3093.12	0.24
T ₇	5 t.ha ⁻¹ de humus de lombriz con EM	3120.77	4.00	12483.07	10426.61	2056.47	0.20
T ₂	5 t.ha ⁻¹ de humus de lombriz sin EM	2879.51	4.00	11518.04	9635.85	1882.19	0.20
T ₆	Sin abono orgánico con EM	1987.32	4.00	7949.26	7137.69	811.57	0.11
T ₁	Sin abono orgánico sin EM	1774.14	4.00	7096.56	6422.85	673.71	0.10

La tabla 3.8 muestra la rentabilidad económica del cultivo de maní según las fuentes del guano de islas y humus de lombriz en diferentes niveles con y sin la aplicación de microorganismos eficientes, el precio de venta es representativo al mercado local.

La figura 3.10 muestra los índices de rentabilidad económica del maní, donde se observa claramente la superioridad de todos los tratamientos aplicados con microorganismos eficientes, respecto a los que no recibieron microorganismos eficientes; y el guano de islas tuvo mejor índice de rentabilidad económica.

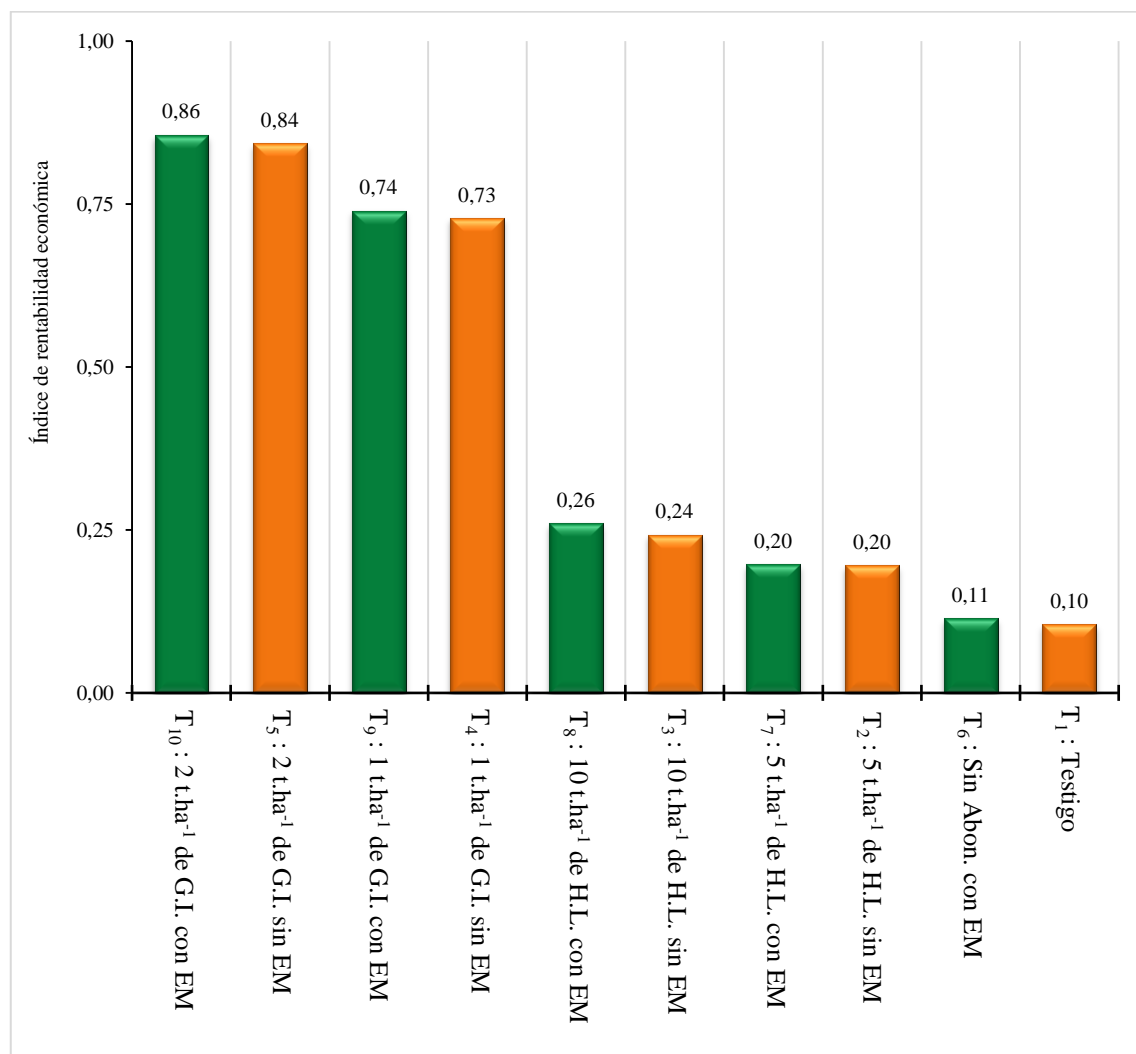


Figura 3.10. Índice de rentabilidad económica de la producción del cultivo de maní, Pichari 541 msnm.

En la figura 3.10 los tratamientos de mayor índice de rentabilidad resultan con la aplicación del EM en comparación al abonados sin EM, así teniendo el tratamiento T₁₀ (2 t.ha⁻¹ de guano de islas con EM) con mayor índice de rentabilidad económica de 0.86 y una utilidad de S/. 8901.28, seguido del tratamiento T₅ (2 t.ha⁻¹ de guano de islas sin EM) con un índice de rentabilidad de 0.84 y una utilidad de S/. 8141.59, por debajo de este índice de rentabilidad se encuentran los tratamientos T₉, T₄, T₈, T₃, T₇ y T₂, con 0.74, 0.73, 0.26, 0.24, 0.20 y 0.20 y los índices de rentabilidades más bajas se

encuentran en los tratamientos T₆ (Sin abono orgánico con EM) y T₁ (Sin abono orgánico sin EM) con 0.11 y 0.10, y una utilidad de 811.57 y 673.71 soles respectivamente; la mayor utilidad neta se logró con los tratamientos T₁₀ (2 t.ha⁻¹ de guano de islas con EM) y el tratamiento T₅ (2 t.ha⁻¹ de guano de isla sin EM) por lo tanto se puede concluir que el abonamiento con guano de isla, con y sin la aplicación de EM influyeron en el mayor rendimiento y en una mejor índice de rentabilidad económica del cultivo, debido a los bajos costo de producción en comparación a la otra fuente de abono orgánico (humus de lombriz). Por otra parte Pujaico (2012) reportó un índice de rentabilidad similar a los tratamientos en estudio como es el caso de 1 t.ha⁻¹ de guano de isla con 0.70, es necesario mencionar a menor densidad de siembra es mejor el índice de rentabilidad económica como lo demuestra este autor; Castillo (2005) obtuvo la mejores resultados en la rentabilidad económica con la inoculación (*Rhizobium*) más 1 t.ha⁻¹ de guano de islas con 238.51.41% es decir 2.38 y una utilidad de S/. 5438.00, seguido del guano de islas a 1 t.ha⁻¹ con 226.64% ósea 2.26 y una utilidad económica de S/. 5122.00.

CONCLUSIONES

1. Se ha demostrado que el abonamiento con guano de islas influye en el rendimiento de grano limpio del maní, logrando incrementos de 222 % (sin EM) a 242 % (con EM) respecto al testigo (sin abono orgánico). Los mayores rendimientos de grano limpio se reportaron con 2 t.ha⁻¹ de guano de islas con EM logrando producir 4826,12 kg.ha⁻¹ frente al testigo 1774,14 kg.ha⁻¹.
2. El humus de lombriz influye en el rendimiento de grano limpio de maní, mejorando su rendimiento de 193 % (sin EM) a 209 % (con EM) respecto al testigo (sin de abono orgánico). Los mayores rendimientos de grano limpio se lograron con 10 t.ha⁻¹ de humus de lombriz con EM alcanzando un rendimiento de 4288,65 kg.ha⁻¹ frente al testigo 1774,14 kg.ha⁻¹.
3. La aplicación del EM en las fuentes de abonos orgánicos influye en un mayor índice de rentabilidad económica; siendo los niveles de guano de islas los que resultaron mejor que el humus de lombriz, así 2 t.ha⁻¹ de guano de islas con EM generó una rentabilidad de 0.86 y una utilidad de S/. 8901.28 frente al T₁ (Testigo) con un índice de 0.10 y utilidad de S/. 673.71.

RECOMENDACIONES

1. Realizar investigaciones similares utilizando otras fuentes de abonos orgánicos y en diferentes densidades de siembra.
2. Realizar experimentos teniendo en cuenta los días de incubación del EM en los diferentes niveles de guano de islas y humus de lombriz u otras fuentes de abono orgánicos.
3. Se recomienda seguir con las investigaciones en diferentes zonas potenciales del VRAEM, y en diferentes épocas del año.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Acosta, H. (2012). *Microorganismos eficientes de montaña: evaluación de su potencial bajo manejo agroecológico de tomate en Costa Rica*. (Tesis de posgrado). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica.
- AGRORURAL (2009). Guano de las islas. Agosto de 2009. Consultado el 20 de Noviembre 2018. Disponible en:
<https://es.scribd.com/document/370049160/Guano-de-Isla>
- Aguilar, M. (2001). *Efectos agronómicos de la aplicación de lodos de depuradora compostados en suelos de olivar*. (Tesis de doctoral). Universidad de Córdoba, Córdoba, España.
- Álava, G. (2012). *Determinación de las Características Agronómicas de 15 Cultivares de Maní ((Arachis hypogaea. L.) Tipo Valencia en la Parroquia Virgen de Fatima, Yaguachi - Guayas*. (Tesis de pregrado). Universidad de Guayaquil, Guayaquil. Ecuador.
- Alchimia (2014). Carencia y excesos de Nitrógeno. Octubre de 2014. Consultado el 20 de Junio de 2019. Disponible en:
<https://www.alchimiaweb.com/blog/nitrogeno-carencias-excesos/>
- Andrades, M. & Martínez, E. (1970). Fertilidad del suelo y parámetros que la definen. Julio de 2014. Consultado el 20 de junio de 2019. Disponible en:
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/libro/267902.pdf>
- Asociación Naturland (2000). Agricultura orgánica en el Trópico y Subtropical Maní (Cacahuete). Mayo de 2017. Consultado 19 de Junio 2019. Disponible en:
https://azueroearthproject.org/wp-content/uploads/2013/07/A.C1015_Augstburger_2000_spa.pdf
- Ayala, L. (1975). Avance de la evolución de 18 variedades erectas de maní. Chapingo, México: Editorial INIA
- Ayon, J. (2010). *Evaluación Agronómica de Líneas Promisorias de Maní (Arachis hypogaea. L) Sembrados en la Zona de Taura Provincia del Guayas*. (Tesis de pregrado). Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.
- Baliña, R., Díaz, M., Morla, F., Barbero, V. & Cerioni, G. (2012). Combinación de Microorganismos y Rendimiento de Maní. Córdoba, Argentina: Editorial CONICET.

- Barrera, A., Díaz, V., & Hernández, L., (2002). Producción del cultivo de cacahuate (*Arachis hypogaea* L.) en el Estado de Morales. Instituto Nacional de Investigación forestales, agrícolas y pecuarias. Folleto técnico N° 18. Zapatepec, Morelos, México.
- Berrios, J. (2015). *Fuentes y niveles de materia orgánica en condiciones de invernadero*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Caballero, C. (2004). *Efectos de Terpenoides naturales y Hemisintéticos sobre "Leptinotarsa decemlineata (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae) y "Spodoptera exigua (Hübner) (Lepidoptera: Nocturnae)*. (Tesis doctoral). Universidad Complutense De Madrid, Madrid, España.
- Cajas, S. (2009). *Efecto de la utilización de aserrín en combinación con estiércol bovino como sustrato en la producción de humus de lombriz Eisenia foétida (lombriz roja californiana)*. (Tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador
- Calero, A., Quintero, E., Pérez, A., Olivera, D. & Peña, K. (2019). Efecto entre microorganismo eficientes y fitomas-e en el incremento agroproductivo del frijol. Revista de investigación científica y tecnológica Vol. 17 N° 1. Cauca, Colombia.
- CANNA (2017). Calcio guía deficiencia. Abril 2017. Consultado el 24 de Julio de 2019. Disponible en: http://www.canna.es/info-courier_calcium
- Castañeda, A. & Soto, A.; (1987). El crecimiento del maní en competencia con malezas. Estación Fabio Baudrit. Boletín técnico N° 20. Alajuela, Costa rica.
- Castillo, E. (2005). *Aplicación de abono orgánico, inorgánico e inoculante en el rendimiento de dos variedades de maní (Arachis hypogaea L.) Arwimayo 750 m.s.n.m. VRA - Ayacucho*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional De San Cristóbal De Huamanga, Ayacucho, Perú.
- Chipa, L. (2005). *Evaluación de niveles de fertilización y densidades de siembra en tres variedades de zapallito italiano (cucúrbita pepo L.) en Santa Ana – La convención*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional De San Antonio Abad Del Cusco, Cusco, Perú.
- Cholaky, L., Cantero, I., Moreno & Bonadeo, E. (1986). Acumulación de materia seca y distribución de N, P, K, Ca, Mg, Na y C en maní (*Arachis hypogaea*). Revista UNRC.

- CORPORACIÓN COLOMBIANA DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA (2005). *Guía tecnológica para el manejo integral del sistema productivo de la caña panelera*. Mosquera (Cundinamarca), Colombia: Editorial Produmedios.
- Domínguez, A. (1997). Tratado de fertilización. Edit. Mundi – Presna, Madrid, España.
- Factorhumus (2018). Revolucionario humus de lombriz. Abril de 2018. Consultado el 10 de Julio de 2019. Disponible en:
<http://www.factorhumus.com/humus-de-lombriz/#volver-tabla>
- FAO (2009). Maní o cacahuate. Junio de 2002. Consultado el 05 de Junio de 2017. Disponible en:
<http://www.fao.org/in-action/inpho/crop-compendium/oilseeds/es/>
- Fernández, E. & Giayetto, O., (2017). El cultivo de maní en Córdoba. Universidad Nacional de Río Cuarto. Córdoba, Argentina.
- Fundación hogares juveniles campesinos (2005). *Cría de la lombriz de tierra. Una alternativa ecológica y rentable*. Bogotá, Colombia: Editorial San Pablo.
- Gillier y Silvestre (1970). El cacahuate. Técnicas agrícolas y producciones tropicales. Barcelona, España: Editorial BLUME.
- Golombek, S., Adib-Sultana & C. Johanse (2001). Efecto de la temperatura separada de la vaina y la zona radicular sobre el rendimiento y la composición de tres cultivares españoles de maní (*Arachis hypogaea*). Revista agrícola.
- Haya, V. (2003). *Fertilización orgánica e inorgánica del cultivo de maní (Arachis hypogaea L.) en un suelo aluvial en Tingo María*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, Perú.
- Haro, R., Mantese, A. & Otegui, M. (2011). Viabilidad de clavijas y conjunto de vainas de maní: Respuesta al deterioro de la vinculación y al déficit de agua. Morfología de la flora, distribución, ecología funcional de las plantas.
- Huerta, J. (2016). *Evaluación del efecto del guano de isla y EMa en el rendimiento del cultivo de Espinaca (Spinacia oleracea L.) en el distrito y provincia de Recuay- Ancash año 2015*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Huaraz, Perú.
- Ibañez, R. & Aguirre, G. (1983). “Fertilidad de suelos” Manual de Practica. UNSCH. Ayacucho – Perú.
- INEI (2012). IV Censo Nacional Agropecuario. Consultado el 15 de Junio de 2019. Disponible
<http://siea.minagri.gob.pe/siea/?q=iv-censo-nacional-agropecuario-2012>

- INFOAGRO (2015). Abonos orgánicos. Marzo de 2015. Consultado el 18 de Marzo de 2019. Disponible en:
http://www.infoagro.com/documentos/abonos_organicos.asp
- INFOAGRO (2014). El cultivo de cacahuete. Setiembre de 2014. Consultado el 18 de Setiembre de 2018. Disponible en:
http://www.infoagro.com/frutas/frutos_secos/cacahuete.htm
- INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA – IICA, (2012). Lombricultura y abonos orgánicos. Montecillo y Chapingo, México.
- INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA – IICA, (2007). Maní. Guía práctica para la exportación a EEUU. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Representación del IICA en Nicaragua. Managua, Nicaragua.
- INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA. (1986). Maní: Historia, importancia, técnica de cultivo, uso y comercialización. Córdoba, Argentina. Editorial INTA.
- INTAGRI (2015). Capacidad de intercambio catiónico del suelo. Mayo de 2015. Consultado el 27 de Junio de 2019. Disponible en:
<https://www.intagri.com/articulos/suelos/la-capacidad-de-intercambio-cationico-del-suelo>
- IPNI (2010). Funciones del fósforo en la planta. Junio de 2008. Consultado el 20 de Junio de 2019. Disponible en:
[http://www.ipni.net/publication/ialahp.nsf/0/542916612D123EFE852579A3007A3286/\\$FILE/Funciones%20del%20F%3%B3sforo.pdf](http://www.ipni.net/publication/ialahp.nsf/0/542916612D123EFE852579A3007A3286/$FILE/Funciones%20del%20F%3%B3sforo.pdf)
- Joaquín, I., Hernández, J., Sánchez, S., Barrera, A., & Alvarado, S., (2005). Guía para Cultivar Cacahuete de temporal en la Cuenca del Alto Balsas. Instituto Nacional de Investigación Forestal, Agrícola y Pecuaria. Centro de Investigación Regional del Centro Campo Experimental Zacatepec. Folleto para productores N° 41. Zacatepec, Morelos, México.
- Kass, D. (1996). *Fertilidad de suelos*. San José, Costa rica: Editorial EUNED.
- Lázaro, L. (2014). *Microbiótica*. Madrid, España: Editorial Edicionesi.
- León, J. (2000). *Botánica de los cultivos tropicales*. San José, Costa Rica: Tercera edición revisada y aumentada. Editorial Agroamérica del IICA.

- Macedo, F. (2014). *Efecto de tres fuentes y dosis de abono orgánico en el rendimiento del café (Coffea arabica L.) Camporredondo – luya – Amazonas*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, Perú.
- MAG (2008). Maní. Junio de 2008. Consultado el 17 de Mayo de 2017. Disponible en: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-0658mani.pdf>
- Mamani, I. (2016). *Tres biofermentos y guano de isla en la producción de arveja verde (Pisum sativum L.) cv. Quantum en Quequeña – Arequipa*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional De San Agustín de Arequipa, Arequipa, Perú.
- Manual de lombricultura (2015). Mineralización de la materia orgánica. Agosto de 2015. Consultado el 22 de Junio de 2019. Disponible en: <https://www.manualdelombricultura.com/glosario/mineralizacion-de-la-materia.html>
- Martínez, C., Ramírez, L., Romero, M., Corlay, L., Trinidad, A. & Santoloyo, L. (1999). *Lombricultura y abonos orgánicos*. Montecillo, México: Editorial IICA.
- Mazzani, B. (1983). *Cultivo y mejoramiento de plantas oleaginosas*. Talleres Cromotip. Caracas, Venezuela.
- Mazzani, E.; Segovia, V.; Marín, C y Pacheco, W.; (2010). Clasificación de cultivares de maní (*Arachis hypogaea* L.) por caracteres cuantitativos para el establecimiento de colecciones nucleares del banco de germoplasma. Revista Facultad Agronomía LUZ N° 27. Maracaibo, Venezuela.
- Mejía, A. (2016). *Efecto del guano de isla y biol sobre el rendimiento del cultivo de Nabo (Brassica napus L.) en el distrito y provincia de Recuay-Ancash año 2015*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Huaraz, Perú.
- Mendoza, F. (2004). *Rendimiento de dos variedades de maní (Arachis hypogaea L.), con cuatro fórmulas de abonamiento en el Valle del Rio Ene a 458 m.s.n.m – Junin*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional De San Cristóbal De Huamanga, Ayacucho, Perú.
- Mendoza, H., Linzán, L., & Guamán, R., (2005). El maní tecnología de manejo y usos. Instituto Nacional Autonomo de Investigaciones Agropecuarias. Boletín divulgativo N° 315. Guayaquil, Ecuador.

- Miranda, T. (2015). *Evaluación Agronómica de 12 cultivares de Maní (Arachis hypogaea L.) de ciclo temprano, en el Cantón Caluma, Provincia Bolívar*. (Tesis de pregrado). Universidad Estatal de Bolívar, Guaranda, Ecuador.
- MINAGRI (2011). Cadena productiva de papa: manejo y fertilidad de suelos. Guía técnica de orientación al productor. Lima, Perú.
- Montesinos, E. (2013). *Evaluación del rendimiento en el cultivo de cacahuete (Arachis hypogaea) con diferentes tipos de fertilización*. (Tesis de pregrado). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Cintalapa de Figueroa, Chiapas, México.
- Montesinos, N. (2004). *Canales de comercialización del cultivo de cacahuete (Arachis hypogaea L.) en el Estado de Chiapas*. (Tesis de pregrado). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Coahuila, Saltillo, Coahuila, México.
- Morales, C. (2012). Cultivo del Zapallo. Folleto del INIA, con colaboración del Departamento de Horticultura de la UNALM, Lima, Perú.
- Moreno, A. (2007). *Elementos nutritivos. Asimilación, funciones, toxicidad e indisponibilidad en los suelos*. Ecología y medio ambiente. México: Editorial librosenred.
- Morote, W. (2015). *Niveles de guano de isla incubado en solución de microorganismos eficientes en cinco periodos, en solanum tuberosum variedad Yungay, Canaan 2750 msnm, Ayacucho*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional De San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho, Perú.
- Navarro, S. & Navarro, G. (2003). *Química agrícola: El suelo y los elementos químicos esenciales para la vida vegetal*. España: Editorial Mundi-prensa Libros.
- Oliveira, C. (2010). *Efectos de tres fuentes de materia orgánica (Vacaza, gallinaza y cuyaza), enriquecidos con Microorganismos Benéficos (EM) en Cultivo de Lechuga (Lactuca sativa L.) lamas*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, Tarapoto, Perú.
- Pedelini, R., (2012). Maní guía práctica para su cultivo. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Estación experimental Agropecuaria Manfredi. Boletín de divulgación técnica N° 2. Manfredi, Córdoba, Argentina.
- Porta, J. & López A. (2003). *Edafología para la agricultura y el medio ambiente*. Madrid, España: 3ra Edición. Ediciones Mundi-Prensa.

- Pozo, M. (2015). *Efecto del guano de islas y trébol (Medicago hispida G.) en el rendimiento del cultivo de maíz morado (Zea mays L.), en condiciones de Azángaro - Huanta – Ayacucho.* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional De Huancavelica, Acobamba, Perú.
- Prathima, T., Reddy, T. & Krishna, T., (2012). Validación del modelo por efectos del estrés por humedad en el maní de secano en las principales áreas de cultivo de Andhara Pradesh. *Revista internacional de biología aplicada y tecnología farmacéutica.* India.
- Pujaico, R. (2012). *Niveles de guano de islas y densidad de plantas en el rendimiento del cultivo de maní (Arachis hypogaea L.), variedad común. Anco - La Mar a 740 msnm, Ayacucho.* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional De San Cristóbal De Huamanga, Ayacucho, Perú.
- Reddy, T., Reddy, V. & Anbumozhi, V. (2003). Respuestas fisiológicas del maní (*Arachis hypogaea*) al estrés por sequía y su mejora. *Revista agronómica.* Hungaria.
- Reinaga, V. (1995). *Efecto de la fertilización orgánica y densidades de siembra en el cultivo de maní (Arachis hypogaea L.) en ceja de selva 590 m.s.n.m Valle del Rio Apurímac - Ayacucho.* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional De San Cristóbal De Huamanga, Ayacucho, Perú.
- Ribadeneira, J. & Guerrero, J. (2014). *Evaluación del Comportamiento Agronómico de Dos Líneas Promisorias de Maní (Arachis hypogaea L.) con diferentes densidades poblacionales de siembra, en la Granja “El Triunfo” del Cantón Caluma, Provincia Bolívar.* (Tesis de pregrado). Universidad Estatal de Bolívar, Guaranda, Ecuador.
- Rios, N., Lujan, A., Benites, C. & Ríos, C. (2014). *Efecto de tres dosis de Guano de islas en el rendimiento de Solanum tuberosum L. Var. Huatro en el Zuro, Santiago de Chuco.* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional De Trujillo, Trujillo, Perú.
- Robles, R. (1985). *Producción de Oleaginosas y Textiles.* México: 2^{do} Edición Editorial Limusa.
- Rodríguez, P. (1956). *Eficiencia del guano de islas rico, como fertilizante nitrogenado y fosfatado en el cultivo de papa.* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

- Ruano, L. (2013). *Influencia de los microorganismos eficientes EM® en la producción de una mezcla forrajera*. (Tesis de pregrado). Universidad Politécnica Estatal del Carchi, Tulcán, Ecuador.
- Sánchez, R. (1987). Cultivo oleaginosos. Área Producción vegetal. México: Editorial Trillas.
- Sánchez, M. (2014). *Evaluación de la Capacidad de Depuración de Microorganismos Eficientes en el Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas, Moyobamba – 2014*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, Tarapoto, Perú.
- Sanzano, A. (2019). El fósforo del suelo. Junio de 2019. Consultado el 27 de Junio de 2019. Disponible en:
<http://www.fertilizando.com/articulos/Movilidad%20del%20Fosforo%20en%20el%20Suelo.asp>.
- Silva, M. (2009). Microorganismos eficientes. Mayo de 2009. Consultado el 14 de Agosto de 2018. Disponible en:
<http://microbiologia-general.blogspot.com/2009/05/microorganismos-eficientes.html>
- Singh, A., Nakar, R., Goswami, N., Kalariya, K., Chakraborty, K., & Singh, M. (2013). El estrés hídrico y su manejo en el maní. Avances en la fisiología de la planta. India: Editorial Hemantaranjan.
- SMART (2018). El calcio en las plantas. Octubre de 2018. Consultado el 24 de Julio de 2019. Disponible en:
<https://www.smart-fertilizer.com/es/articles/calcium-in-plants>
- Tangoa, E. (2009). *Efecto de microorganismos eficientes (EM) en el rendimiento de cebolla china (allium fistulosum L.) variedad 'Simba' en el Bajo Mayo – San Martín*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional De San Martín – Tarapoto, Perú.
- Tineo, A. (2012). *El análisis funcional de la varianza*. Ayacucho, Perú: Editorial AMI IMPRESORES.
- Tineo, A. (1994). *Crianza y manejo de lombrices de tierras con fines agrícolas*. CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- Tisdale, S. & Nelson, W. (1985). Fertilidad de suelos y fertilizantes. México: Editorial Limusa.

- Toalombo, R. (2012). *Evaluación de microorganismos eficientes autoctonos aplicados en el cultivo de cebolla blanca (Allium fistulosum)*. (Tesis de pregrado). Universidad técnica de Ambato, Cevallos, Ecuador.
- Ulluary J., Mendoza H., & Guamán R., (2003). “INIAP 381-Rosita”. Nuevas variedades de maní precoz para zonas semisecas de Loja y Manabí. Estación Experimental-Bolicho. Programa de Oleaginosas. Boletín Divulgativo N° 298. Guayas, Ecuador.
- Valderrama, J. (1999). Información tecnológica. Revista N° 2. Vol. 10. La Serena, Chile.
- Vásquez, D. (2008). *Producción y evaluación de cuatro tipos de bioabonos como alternativa biotecnológica de uso de residuos orgánicos para la fertilización de pastos*. (Tesis de pregrado). Escuela superior politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- Vara, P., Craufurd, P., Summerfield, R. & Wheeler, T. (2000). Efectos de episodios cortos de estrés por calor en la producción de flores y frutos de maní (*Arachis hypogaea*). Revista Oxford academic.
- Vijil, J., Villaseca, M., Westreicherkristen, E., Williams. P., (2001). El cultivo de maní. Marzo de 2001. Consultado el 14 de Junio de 2019. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2928/4/01.pdf>
- Zúñiga, J. (2016). *Tres niveles de humus de lombriz y dos tipos de té de estiércol en la producción de orégano (Origanum x majoricum cambessedes) var. “nigra” con manejo agronómico*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, Perú.

ANEXOS

ANEXO 1

DATOS DE LAS EVALUACIONES REALIZADAS

Tabla a1. Datos ordenados de la altura de planta (cm).

Tratamiento		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
Bloques	I	67.00	74.70	78.30	76.90	81.40	71.20	76.60	78.60	78.70	83.50
	II	67.90	76.00	79.90	77.80	82.60	70.90	79.60	79.50	79.80	81.90
	III	76.50	81.70	79.45	80.45	81.10	70.30	76.65	80.80	79.35	83.35
Total		211.40	232.40	237.65	235.15	245.10	212.40	232.85	238.90	237.85	248.75
Promedio		70.47	77.47	79.22	78.38	81.70	70.80	77.62	79.63	79.28	82.92
Sin y con EM		77.45					78.05				
Abonos orgánicos		70.47	79.19			70.80	79.86				
H. L y G. I		70.47	78.34		80.04		70.80	78.63		81.10	

Tabla a2. Datos ordenados del número de cápsulas por golpe (mata)

Tratamiento		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
Bloques	I	33.1	41.6	49	44.7	52.9	34.1	43.9	50.9	46.4	56
	II	29.2	41.2	47.6	45	53.3	34.3	43.6	50.6	46.9	56.8
	III	28.75	39.75	48.30	42.95	53.10	34.10	42.55	50.70	47.50	55.70
Total		91.05	122.55	144.90	132.65	159.30	102.50	130.05	152.20	140.80	168.50
Promedio		30.35	40.85	48.30	44.22	53.10	34.17	43.35	50.73	46.93	56.17
Sin y con EM		43.36					46.27				
Abonos orgánicos		30.35	46.62			34.17	49.30				
H. L y G. I		30.35	44.58		48.66		34.17	47.04		51.55	

Tabla a3. Datos ordenados de la longitud de cápsulas (cm)

Tratamiento		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
Bloques	I	2.89	3.06	3.59	3.34	3.58	2.93	3.53	3.26	3.68	3.86
	II	2.90	3.21	3.54	3.24	3.74	2.88	2.94	3.73	3.15	3.70
	III	3.09	3.23	3.39	3.48	3.47	3.14	3.49	3.65	3.52	3.49
Total		8.89	9.50	10.52	10.05	10.79	8.95	9.95	10.65	10.35	11.05
Promedio		2.96	3.17	3.51	3.35	3.60	2.98	3.32	3.55	3.45	3.68
Sin y con EM		3.32					3.40				
Abonos orgánicos		2.96	3.40				2.98	3.50			
H. L y G. I		2.96	3.34		3.47		2.98	3.43		3.57	

Tabla a4. Datos ordenados del diámetro de cápsula (cm)

Tratamiento		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
Bloques	I	1.01	1.11	1.21	1.21	1.29	1.12	1.20	1.23	1.15	1.33
	II	1.01	1.18	1.14	1.12	1.15	1.06	1.19	1.25	1.24	1.29
	III	0.99	1.13	1.21	1.18	1.28	1.01	1.11	1.22	1.14	1.23
Total		3.01	3.42	3.57	3.51	3.73	3.19	3.49	3.70	3.53	3.85
Promedio		1.00	1.14	1.19	1.17	1.24	1.06	1.16	1.23	1.18	1.28
Sin y con EM		1.15					1.18				
Abonos orgánicos		1.00	1.18				1.06	1.21			
H. L y G. I		1.00	1.16		1.21		1.06	1.20		1.23	

Tabla a5. Datos ordenados del número de granos por cápsula

Tratamiento		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
Bloques	I	2.55	2.81	3.31	3.09	3.18	2.76	2.59	3.33	3.21	3.30
	II	2.79	2.85	3.23	2.87	3.29	2.65	3.10	3.27	3.14	3.35
	III	2.97	3.00	3.04	3.16	3.27	2.95	3.13	3.09	3.02	3.28
Total		8.31	8.66	9.57	9.12	9.75	8.36	8.81	9.70	9.37	9.93
Promedio		2.77	2.89	3.19	3.04	3.25	2.79	2.94	3.23	3.12	3.31
Sin y con EM		3.03					3.08				
Abonos orgánicos		2.77	3.09				2.79	3.15			
H. L y G. I		2.77	3.04		3.14		2.79	3.08		3.22	

Tabla a6. Datos ordenados del rendimiento de cápsulas secas más grano (kg.ha⁻¹)

Tratamiento		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
Bloques	I	2597.93	4291.03	5445.37	4402.31	5577.85	3108.86	4604.56	4992.29	4881.89	7129.63
	II	2782.52	4166.94	4975.95	4505.20	5704.15	3057.20	4395.24	6497.26	5073.54	5535.90
	III	2657.99	3985.66	4975.51	4697.30	5857.82	3096.72	4199.84	4708.12	4980.59	5748.09
Total		8038.44	12443.63	15396.83	13604.81	17139.82	9262.78	13199.64	16197.67	14936.02	18413.62
Promedio		2679.48	4147.88	5132.28	4534.94	5713.27	3087.59	4399.88	5399.22	4978.67	6137.87
Sin y con EM		4441.57					4800.65				
Abonos orgánicos		2679.48	4882.09				3087.59	5228.91			
H. L y G. I		2679.48	4640.08		5124.11		3087.59	4899.55		5558.27	

Tabla a7. Datos ordenados del rendimiento de grano limpio (kg.ha⁻¹)

Tratamiento	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	
Bloques	I	2052.43	2921.10	4228.94	3604.00	4334.29	1993.94	3072.38	4313.46	3957.25	5421.60
	II	1655.97	3084.46	3829.68	3113.22	4487.88	1987.31	3046.46	4499.42	3481.23	4678.86
	III	1614.03	2632.97	3834.86	3512.76	4526.66	1980.69	3243.46	4053.06	3791.61	4377.89
Total	5322.42	8638.53	11893.48	10229.98	13348.83	5961.95	9362.30	12865.95	11230.08	14478.35	
Promedio	1774.14	2879.51	3964.49	3409.99	4449.61	1987.32	3120.77	4288.65	3743.36	4826.12	
Sin y con EM		3295.55					3593.24				
Abonos orgánicos	1774.14	3675.90				1987.32	3994.72				
H. L y G. I	1774.14	3422.00		3929.80		1987.32	3704.71		4284.74		
R.R (%)	100	193		222		112	209		242		

ANEXO 2

COEFICIENTES PARA EL ANÁLISIS DE LOS CONTRASTES ORTOGONALES

Contrastes	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
<u>C₁</u>	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1
<u>C₂</u>	4	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0
SIN <u>C₃</u>	0	1	1	-1	-1	0	0	0	0	0
EM <u>C₄</u>	0	1	-1	0	0	0	0	0	0	0
<u>C₅</u>	0	0	0	1	-1	0	0	0	0	0
<u>C₆</u>	0	0	0	0	0	4	-1	-1	-1	-1
CON <u>C₇</u>	0	0	0	0	0	0	1	1	-1	-1
EM <u>C₈</u>	0	0	0	0	0	0	1	-1	0	0
<u>C₉</u>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1

ANEXO 3
ÍNDICE DE LA RENTABILIDAD ECONÓMICA

Tratamiento	Descripción	Rendimiento (kg.ha⁻¹)	Precio (S/.kg)	Ingreso por venta (S/.)	Costo de producción	Utilidad	Índice de Rentabilidad
T ₁₀	2 t.ha ⁻¹ de guano de islas con EM	4826.12	4.00	19304.47	10403.19	8901.28	0.86
T ₅	2 t.ha ⁻¹ de guano de islas sin EM	4449.61	4.00	17798.44	9656.85	8141.59	0.84
T ₉	1 t.ha ⁻¹ de guano de islas con EM	3743.36	4.00	14973.44	8609.27	6364.18	0.74
T ₄	1 t.ha ⁻¹ de guano de islas sin EM	3409.99	4.00	13639.97	7892.85	5747.12	0.73
T ₈	10 t.ha ⁻¹ de humus de lombriz con EM	4288.65	4.00	17154.59	13614.72	3539.87	0.26
T ₃	10 t.ha ⁻¹ de humus de lombriz sin EM	3964.49	4.00	15857.97	12764.85	3093.12	0.24
T ₇	5 t.ha ⁻¹ de humus de lombriz con EM	3120.77	4.00	12483.07	10426.61	2056.47	0.20
T ₂	5 t.ha ⁻¹ de humus de lombriz sin EM	2879.51	4.00	11518.04	9635.85	1882.19	0.20
T ₆	Sin abono orgánico con EM	1987.32	4.00	7949.26	7137.69	811.57	0.11
T ₁	Sin abono orgánico sin EM	1774.14	4.00	7096.56	6422.85	673.71	0.10

ANEXO 4

COSTO DE PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE MANÍ POR HECTÁREA

Tabla a8. Costo de producción del tratamiento 1 (Sin abonamiento orgánico sin EM).

Actividades	Unidad de medida	Cantidad por hectárea	Precio unitario	Costo total
I. Costo directos				6117.00
Herramientas				122.00
Machetes	unidad	2.00	25.00	50.00
Azadón	unidad	2.00	30.00	60.00
Limador	unidad	1.00	12.00	12.00
Preparación de terreno				1120.00
Roza	Jornal	20.00	40.00	800.00
Quema	Jornal	1.00	40.00	40.00
Limpieza	Jornal	7.00	40.00	280.00
Instalación				720.00
Apertura de hoyos	Jornal	9.00	40.00	360.00
Siembra	Jornal	9.00	40.00	360.00
Labores culturales				1720.00
1er Deshierbo (aporque)	Jornal	15.00	40.00	600.00
2do Deshierbo (aporque)	Jornal	16.00	40.00	640.00
1er Control Fitosanitario	Jornal	4.00	40.00	160.00
2do Control Fitosanitario	Jornal	4.00	40.00	160.00
3er Control Fitosanitario	Jornal	4.00	40.00	160.00
Cosecha				1880.00
Arranque	Jornal	14.00	40.00	560.00
Desvainado	Jornal	18.00	40.00	720.00
tendido y Secado	Jornal	5.00	40.00	200.00
Desgrane	Jornal	5.00	40.00	200.00
Ventilación	Jornal	2.00	40.00	80.00
Selección	Jornal	2.00	40.00	80.00
Ensacado	Jornal	1.00	40.00	40.00
Insumos				200.00
Semilla	sacos	2.00	100.00	200.00
Productos biológicos y adherente				275.00
TRICHOPS	Bolsas	4.00	30.00	120.00
METARIZO	Bolsas	4.00	35.00	140.00
ACEITE AGRICOLA	Botella (1L)	1.00	15.00	15.00
Movilidad				80.00
traslado de sacos (cosecha)	Flete	1.00	80.00	80.00
II. Costos Indirectos				305.85
Gastos administrativos y general (5% C.D)				305.85
Costo total S/.				6422.85

Tabla a9. Costo de producción del tratamiento 2 (5 t.ha⁻¹ con humus de lombriz sin EM)

Actividades	Unidad de medida	Cantidad por hectárea	Precio unitario	Costo total
I. Costo directos				9177.00
Herramientas				122.00
Machetes	unidad	2.00	25.00	50.00
Azadón	unidad	2.00	30.00	60.00
Limador	unidad	1.00	12.00	12.00
Preparación de terreno				1120.00
Rozo	Jornal	20.00	40.00	800.00
Quema	Jornal	1.00	40.00	40.00
Limpieza	Jornal	7.00	40.00	280.00
Instalación				1240.00
Apertura de hoyos	Jornal	9.00	40.00	360.00
abonamiento y tapado	Jornal	13.00	40.00	520.00
Siembra	Jornal	9.00	40.00	360.00
Labores culturales				1720.00
1er Deshierbo (aporque)	Jornal	15.00	40.00	600.00
2do Deshierbo (aporque)	Jornal	16.00	40.00	640.00
1er Control Fitosanitario	Jornal	4.00	40.00	160.00
2do Control Fitosanitario	Jornal	4.00	40.00	160.00
3er Control Fitosanitario	Jornal	4.00	40.00	160.00
Cosecha				1920.00
Arranque	Jornal	14.00	40.00	560.00
Desvainado	Jornal	18.00	40.00	720.00
tendido y Secado	Jornal	6.00	40.00	240.00
Desgrane	Jornal	5.00	40.00	200.00
Ventilación	Jornal	2.00	40.00	80.00
Selección	Jornal	2.00	40.00	80.00
Ensayado	Jornal	1.00	40.00	40.00
Insumos				200.00
Semilla	sacos	2.00	100.00	200.00
Abono orgánico				2500.00
Humus de lombriz	Sacos (50 kg)	100.00	25.00	2500.00
Productos biológicos y adherente				275.00
TRICHOPS	Bolsas	4.00	30.00	120.00
METARIZO	Bolsas	4.00	35.00	140.00
ACEITE AGRICOLA	Botella (1L)	1.00	15.00	15.00
Movilidad				80.00
traslado de sacos (cosecha)	Flete	1.00	80.00	80.00
II. Costos indirectos				458.85
Gastos administrativos y general (5% C.D)				458.85
Costo total S/.				9635.85

Tabla a10. Costo de producción del tratamiento 3 (10 t.ha⁻¹ con humus de lombriz sin EM)

Actividades	Unidad de medida	Cantidad por hectárea	Precio unitario	Costo total
I. Costo directos				12157.00
Herramientas				122.00
Machetes	unidad	2.00	25.00	50.00
Azadón	unidad	2.00	30.00	60.00
Limador	unidad	1.00	12.00	12.00
Preparación de terreno				1120.00
Rozo	Jornal	20.00	40.00	800.00
Quema	Jornal	1.00	40.00	40.00
Limpieza	Jornal	7.00	40.00	280.00
Instalación				1320.00
Apertura de hoyos	Jornal	9.00	40.00	360.00
abonamiento y tapado	Jornal	15.00	40.00	600.00
Siembra	Jornal	9.00	40.00	360.00
Labores culturales				1720.00
1er Deshierbo (aporque)	Jornal	15.00	40.00	600.00
2do Deshierbo (aporque)	Jornal	16.00	40.00	640.00
1er Control Fitosanitario	Jornal	4.00	40.00	160.00
2do Control Fitosanitario	Jornal	4.00	40.00	160.00
3er Control Fitosanitario	Jornal	4.00	40.00	160.00
Cosecha				2240.00
Arranque	Jornal	14.00	40.00	560.00
Desvainado	Jornal	20.00	40.00	800.00
tendido y Secado	Jornal	8.00	40.00	320.00
Desgrane	Jornal	6.00	40.00	240.00
Ventilación	Jornal	3.00	40.00	120.00
Selección	Jornal	3.00	40.00	120.00
Ensacado	Jornal	2.00	40.00	800.00
Insumos				200.00
Semilla	sacos	2.00	100.00	200.00
Abono orgánico				5000.00
Humus de lombriz	Sacos (50 kg)	200.00	25.00	5000.00
Productos biológicos y adherente				275.00
TRICHOPS	Bolsas	4.00	30.00	120.00
METARIZO	Bolsas	4.00	35.00	140.00
ACEITE AGRICOLA	Botella (1L)	1.00	15.00	15.00
Movilidad				1600.00
traslado de sacos (cosecha)	Flete	1.00	160.00	160.00
II. Costos Indirectos				607.85
Gastos administrativos y general (5% C.D)				607.85
Costo total S/.				12764.85

Tabla a11. Costo de producción del tratamiento 4 (1 t.ha⁻¹ con guano de islas sin EM)

Actividades	Unidad de medida	Cantidad por hectárea	Precio unitario	Costo total
I. Costo directos				7517.00
Herramientas				122.00
Machetes	unidad	2.00	25.00	50.00
Azadón	unidad	2.00	30.00	60.00
Limador	unidad	1.00	12.00	12.00
Preparación de terreno				1120.00
Rozo	Jornal	20.00	40.00	800.00
Quema	Jornal	1.00	40.00	40.00
Limpieza	Jornal	7.00	40.00	280.00
Instalación				1080.00
Apertura de hoyos	Jornal	9.00	40.00	360.00
abonamiento y tapado	Jornal	9.00	40.00	360.00
Siembra	Jornal	9.00	40.00	360.00
Labores culturales				1720.00
1er Deshierbo (aporque)	Jornal	15.00	40.00	600.00
2do Deshierbo (aporque)	Jornal	16.00	40.00	640.00
1er Control Fitosanitario	Jornal	4.00	40.00	160.00
2do Control Fitosanitario	Jornal	4.00	40.00	160.00
3er Control Fitosanitario	Jornal	4.00	40.00	160.00
Cosecha				1920.00
Arranque	Jornal	14.00	40.00	560.00
Desvainado	Jornal	18.00	40.00	720.00
tendido y Secado	Jornal	6.00	40.00	240.00
Desgrane	Jornal	5.00	40.00	200.00
Ventilación	Jornal	2.00	40.00	80.00
Selección	Jornal	2.00	40.00	80.00
Ensacado	Jornal	1.00	40.00	40.00
Insumos				200.00
Semilla	sacos	2.00	100.00	200.00
Abono orgánico				1000.00
Guano de Isla	Sacos (50 kg)	20.00	50.00	1000.00
Productos biológicos y adherente				275.00
TRICHOPS	Bolsas	4.00	30.00	120.00
METARIZO	Bolsas	4.00	35.00	140.00
ACEITE AGRICOLA	Botella (1L)	1.00	15.00	15.00
Movilidad				80.00
traslado de sacos (cosecha)	Flete	1.00	80.00	80.00
II. Costos indirectos				375.85
Gastos administrativos y general (5% C.D)				375.85
Costo total S/.				7892.85

Tabla a12. Costo de producción del tratamiento 5 (2 t.ha⁻¹ con guano de islas sin EM)

Actividades	Unidad de medida	Cantidad por hectárea	Precio unitario	Costo total
I. Costo directos				9197.00
Herramientas				122.00
Machetes	unidad	2.00	25.00	50.00
Azadón	unidad	2.00	30.00	60.00
Limador	unidad	1.00	12.00	12.00
Preparación de terreno				1120.00
Rozo	Jornal	20.00	40.00	800.00
Quema	Jornal	1.00	40.00	40.00
Limpieza	Jornal	7.00	40.00	280.00
Instalación				1160.00
Apertura de hoyos	Jornal	9.00	40.00	360.00
abonamiento y tapado	Jornal	11.00	40.00	440.00
Siembra	Jornal	9.00	40.00	360.00
Labores culturales				1720.00
1er Deshierbo (aporque)	Jornal	15.00	40.00	600.00
2do Deshierbo (aporque)	Jornal	16.00	40.00	640.00
1er Control Fitosanitario	Jornal	4.00	40.00	160.00
2do Control Fitosanitario	Jornal	4.00	40.00	160.00
3er Control Fitosanitario	Jornal	4.00	40.00	160.00
Cosecha				2440.00
Arranque	Jornal	14.00	40.00	560.00
Desvainado	Jornal	21.00	40.00	840.00
tendido y Secado	Jornal	9.00	40.00	360.00
Desgrane	Jornal	7.00	40.00	280.00
Ventilación	Jornal	3.00	40.00	120.00
Selección	Jornal	4.00	40.00	160.00
Ensacado	Jornal	3.00	40.00	120.00
Insumos				200.00
Semilla	sacos	2.00	100.00	200.00
Abono orgánico				2000.00
Guano de Isla	Sacos (50 kg)	40.00	50.00	2000.00
Productos biológicos y adherente				275.00
TRICHOPS	Bolsas	4.00	30.00	120.00
METARIZO	Bolsas	4.00	35.00	140.00
ACEITE AGRICOLA	Botella (1L)	1.00	15.00	15.00
Movilidad				160.00
traslado de sacos (cosecha)	Flete	1.00	160.00	16.00
II. Costos indirectos				459.85
Gastos administrativos y general (5% C.D)				459.85
Costo total S/.				9656.85

Tabla a13. Costo de producción del tratamiento 6 (sin abonamiento orgánico con EM)

Actividades	Unidad de medida	Cantidad por hectárea	Precio unitario	Costo total
I. Costo directos				6797.80
Herramientas				122.00
Machetes	unidad	2.00	25.00	50.00
Azadón	unidad	2.00	30.00	60.00
Limador	unidad	1.00	12.00	12.00
Preparación de terreno				1120.00
Rozo	Jornal	20.00	40.00	800.00
Quema	Jornal	1.00	40.00	40.00
Limpieza	Jornal	7.00	40.00	280.00
Instalación				800.00
Apertura de hoyos	Jornal	9.00	40.00	360.00
Aplicación de EM al suelo	Jornal	2.00	40.00	80.00
Siembra	Jornal	9.00	40.00	360.00
Labores culturales				1720.00
1er Deshierbo (aporque)	Jornal	15.00	40.00	600.00
2do Deshierbo (aporque)	Jornal	16.00	40.00	640.00
1er Control Fitosanitario	Jornal	4.00	40.00	160.00
2do Control Fitosanitario	Jornal	4.00	40.00	160.00
3er Control Fitosanitario	Jornal	4.00	40.00	160.00
Cosecha				1920.00
Arranque	Jornal	14.00	40.00	560.00
Desvainado	Jornal	18.00	40.00	720.00
tendido y Secado	Jornal	6.00	40.00	240.00
Desgrane	Jornal	5.00	40.00	200.00
Ventilación	Jornal	2.00	40.00	80.00
Selección	Jornal	2.00	40.00	80.00
Ensacado	Jornal	1.00	40.00	40.00
Insumos				200.00
Semilla	sacos	2.00	100.00	200.00
Captura y elaboración de EM				560.80
Frascos	unidad	40.00	1.00	40.00
ligas	unidad	40.00	0.05	2.00
nylon	unidad	1.00	10.00	10.00
Arroz	Kilogramos	1.00	3.80	3.80
Melaza	Kilogramos	30.00	4.00	120.00
Leche	Litros	4.00	4.00	16.00
Harina de pescado	Kilogramos	14.00	3.50	49.00
Tanque de 60 (Litros)	unidad	1.00	50.00	50.00
Tanque de 200 (Litros)	unidad	1.00	150.00	150.00
Captura (EM)	Jornal	1.00	40.00	40.00
Elaboración (EM)	Jornal	2.00	40.00	80.00
Productos biológicos y adherente				275.00
TRICHOPS	Bolsas	4.00	30.00	120.00
METARIZO	Bolsas	4.00	35.00	140.00
ACEITE AGRICOLA	Botella (1L)	1.00	15.00	15.00
Movilidad				80.00
traslado de sacos (cosecha)	Flete	1.00	80.00	80.00
II. Costos indirectos				339.89
Gastos administrativos y general (5% C.D)				339.89
Costo total S/.				7137.69

Tabla a14. Costo de producción del tratamiento 7 (5 t.ha⁻¹ con humus de lombriz con EM)

Actividades	Unidad de medida	Cantidad por hectárea	Precio unitario	Costo total
I. Costo directos				9930.10
Herramientas				122.00
Machetes	unidad	2.00	25.00	50.00
Azadón	unidad	2.00	30.00	60.00
Limador	unidad	1.00	12.00	12.00
Preparación de terreno				1120.00
Rozo	Jornal	20.00	40.00	800.00
Quema	Jornal	1.00	40.00	40.00
Limpieza	Jornal	7.00	40.00	280.00
Instalación				1240.00
Apertura de hoyos	Jornal	9.00	40.00	360.00
abonamiento y tapado	Jornal	13.00	40.00	520.00
Siembra	Jornal	9.00	40.00	360.00
Labores culturales				1720.00
1er Deshierbo (aporque)	Jornal	15.00	40.00	600.00
2do Deshierbo (aporque)	Jornal	16.00	40.00	640.00
1er Control Fitosanitario	Jornal	4.00	40.00	160.00
2do Control Fitosanitario	Jornal	4.00	40.00	160.00
3er Control Fitosanitario	Jornal	4.00	40.00	160.00
Cosecha				1920.00
Arranque	Jornal	14.00	40.00	560.00
Desvainado	Jornal	18.00	40.00	720.00
tendido y Secado	Jornal	6.00	40.00	240.00
Desgrane	Jornal	5.00	40.00	200.00
Ventilación	Jornal	2.00	40.00	80.00
Selección	Jornal	2.00	40.00	80.00
Ensacado	Jornal	1.00	40.00	40.00
Captura y elaboración de EM				753.10
Frascos	unidad	50.00	1.00	50.00
ligas	unidad	50.00	0.05	2.50
nylon	unidad	1.00	10.00	10.00
Arroz	Kilogramos	2.00	3.80	7.60
Melaza	Kilogramos	35.00	4.00	140.00
Leche	Litros	6.00	4.00	24.00
Harina de pescado	Kilogramos	14.00	3.50	49.00
Tanque de 60 (Litros)	unidad	1.00	50.00	50.00
Tanque de 200 (Litros)	unidad	2.00	150.00	300.00
Captura (EM)	Jornal	1.00	40.00	40.00
Elaboración (EM)	Jornal	2.00	40.00	80.00
Insumos				200.00
Semilla	sacos	2.00	100.00	200.00
Abono orgánico				2500.00
Humus de lombriz	Sacos (50 kg)	100.00	25.00	2500.00
Productos biológicos y adherente				275.00
TRICHOPS	Bolsas	4.00	30.00	120.00
METARIZO	Bolsas	4.00	35.00	140.00
ACEITE AGRICOLA	Botella (1L)	1.00	15.00	15.00
Movilidad				80.00
traslado de sacos (cosecha)	Flete	1.00	80.00	80.00
II. Costos indirectos				496.51
Gastos administrativos y general (5% C.D)				496.51
Costo total S/.				10426.61

Tabla a15. Costo de producción del tratamiento 8 (10 t.ha⁻¹ con humus de lombriz con EM)

Actividades	Unidad de medida	Cantidad por hectárea	Precio unitario	Costo total
I. Costo directos				12966.40
Herramientas				122.00
Machetes	unidad	2.00	25.00	50.00
azadón	unidad	2.00	30.00	60.00
Limador	unidad	1.00	12.00	12.00
Preparación de terreno				1120.00
Rozo	Jornal	20.00	40.00	800.00
Quema	Jornal	1.00	40.00	40.00
Limpieza	Jornal	7.00	40.00	280.00
Instalación				1320.00
Apertura de hoyos	Jornal	9.00	40.00	360.00
abonamiento y tapado	Jornal	15.00	40.00	600.00
Siembra	Jornal	9.00	40.00	360.00
Labores culturales				1720.00
1er Deshierbo (aporque)	Jornal	15.00	40.00	600.00
2do Deshierbo (aporque)	Jornal	16.00	40.00	640.00
1er Control Fitosanitario	Jornal	4.00	40.00	160.00
2do Control Fitosanitario	Jornal	4.00	40.00	160.00
3er Control Fitosanitario	Jornal	4.00	40.00	160.00
Cosecha				2440.00
Arranque	Jornal	14.00	40.00	560.00
Desvainado	Jornal	20.00	40.00	800.00
tendido y Secado	Jornal	8.00	40.00	320.00
Desgrane	Jornal	6.00	40.00	240.00
Ventilación	Jornal	3.00	40.00	120.00
Selección	Jornal	3.00	40.00	120.00
Ensacado	Jornal	2.00	40.00	80.00
Captura y elaboración de EM				809.40
Frascos	unidad	60.00	1.00	60.00
ligas	unidad	60.00	0.05	3.00
nylon	unidad	1.00	10.00	10.00
Arroz	Kilogramos	3.00	3.80	11.40
Melaza	Kilogramos	40.00	4.00	160.00
Leche	Litros	8.00	4.00	32.00
Harina de pescado	Kilogramos	18.00	3.50	63.00
Tanque de 60 (Litros)	unidad	1.00	50.00	50.00
Tanque de 200 (Litros)	unidad	2.00	150.00	300.00
Captura (EM)	Jornal	1.00	40.00	40.00
Elaboración (EM)	Jornal	2.00	40.00	80.00
Insumos				200.00
Semilla	sacos	2.00	100.00	200.00
Abono orgánico				5000.00
Humus de lombriz	Sacos (50 kg)	200.00	25.00	5000.00
Productos biológicos y adherente				275.00
TRICHOPS	Bolsas	4.00	30.00	120.00
METARIZO	Bolsas	4.00	35.00	140.00
ACEITE AGRICOLA	Botella (1L)	1.00	15.00	15.00
Movilidad				160.00
traslado de sacos (cosecha)	Flete	1.00	160.00	160.00
II. Costos indirectos				648.32
Gastos administrativos y general (5% C.D)				648.32
Costo total S/.				13614.72

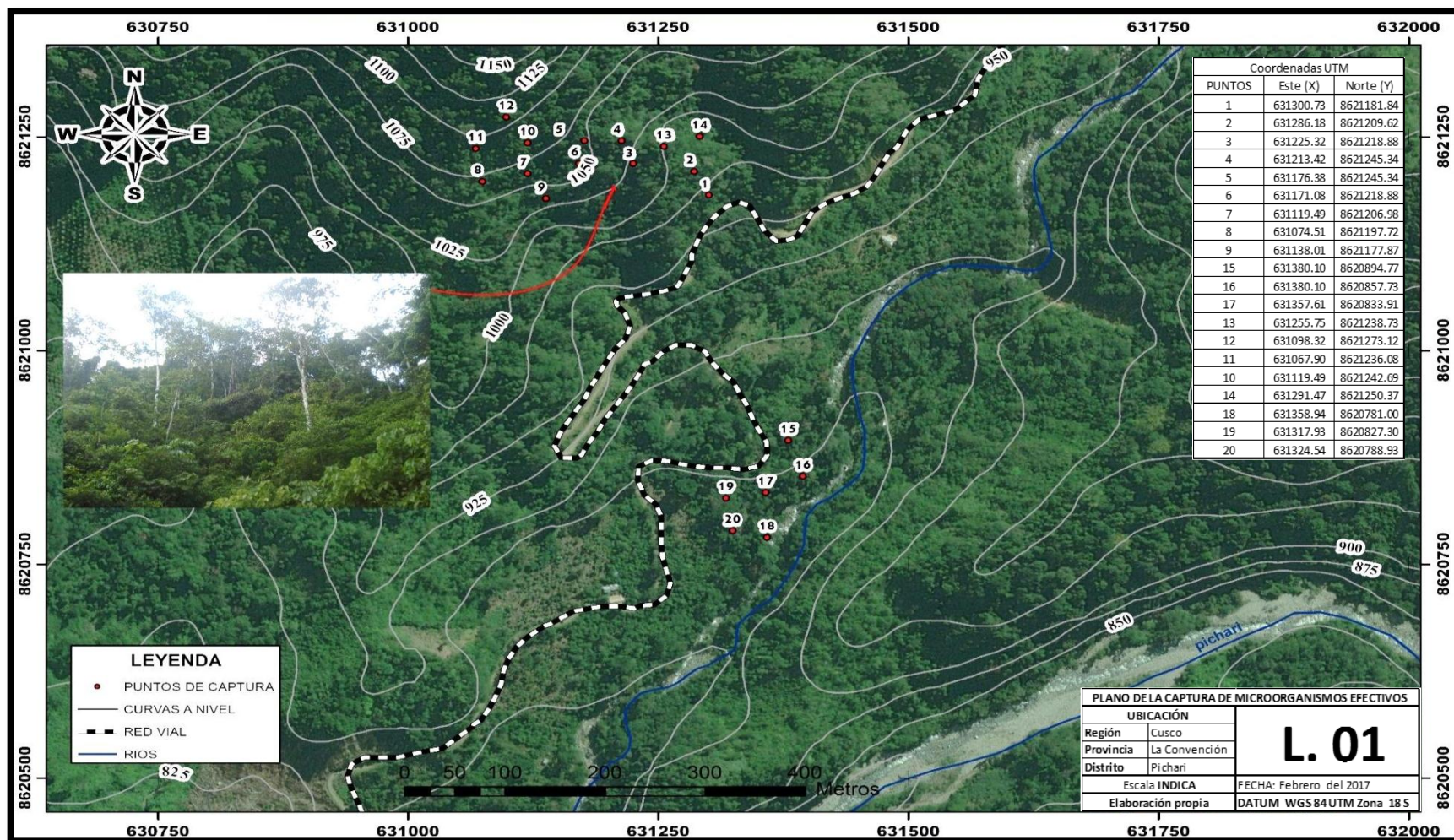
Tabla a16. Costo de producción del tratamiento 9 (1 t.ha⁻¹ con guano de islas con EM)

Actividades	Unidad de medida	Cantidad por hectárea	Precio unitario	Costo total
I. Costo directos				8199.30
Herramientas				122.00
Machetes	unidad	2.00	25.00	50.00
azadón	unidad	2.00	30.00	60.00
Limador	unidad	1.00	12.00	12.00
Preparación de terreno				1120.00
Rozo	Jornal	20.00	40.00	800.00
Quema	Jornal	1.00	40.00	40.00
Limpieza	Jornal	7.00	40.00	280.00
Instalación				1080.00
Apertura de hoyos	Jornal	9.00	40.00	360.00
abonamiento y tapado	Jornal	9.00	40.00	360.00
Siembra	Jornal	9.00	40.00	360.00
Labores culturales				1720.00
1er Deshierbo (aporque)	Jornal	15.00	40.00	600.00
2do Deshierbo (aporque)	Jornal	16.00	40.00	640.00
1er Control Fitosanitario	Jornal	4.00	40.00	160.00
2do Control Fitosanitario	Jornal	4.00	40.00	160.00
3er Control Fitosanitario	Jornal	4.00	40.00	160.00
Cosecha				1920.00
Arranque	Jornal	14.00	40.00	560.00
Desvainado	Jornal	18.00	40.00	720.00
tendido y Secado	Jornal	6.00	40.00	240.00
Desgrane	Jornal	5.00	40.00	200.00
Ventilación	Jornal	2.00	40.00	80.00
Selección	Jornal	2.00	40.00	80.00
Ensacado	Jornal	1.00	40.00	40.00
Captura y elaboración de EM				682.30
Frascos	unidad	30.00	1.00	30.00
ligas	unidad	30.00	0.05	1.50
nylon	unidad	1.00	10.00	10.00
Arroz	Kilogramos	1.00	3.80	3.80
Melaza	Kilogramos	30.00	4.00	120.00
Leche	Litros	3.00	4.00	12.00
Harina de pescado	Kilogramos	10.00	3.50	35.00
Tanque de 60 (Litros)	unidad	1.00	50.00	50.00
Tanque de 200 (Litros)	unidad	2.00	150.00	300.00
Captura (EM)	Jornal	1.00	40.00	40.00
Elaboración (EM)	Jornal	2.00	40.00	80.00
Insumos				200.00
Semilla	sacos	2.00	100.00	200.00
Abono orgánico				1000.00
Guano de Isla	Sacos (50 kg)	20.00	50.00	1000.00
Productos biológicos y adherente				275.00
TRICHOPS	Bolsas	4.00	30.00	120.00
METARIZO	Bolsas	4.00	35.00	140.00
ACEITE AGRICOLA	Botella (1L)	1.00	15.00	15.00
Movilidad				80.00
traslado de sacos (cosecha)	Flete	1.00	80.00	80.00
II. Costos indirectos				409.97
Gastos administrativos y general (5% C.D)				409.97
Costo total S/.				8609.27

Tabla a17. Costo de producción del tratamiento 10 (2 t.ha⁻¹ con guano de islas con EM)

Actividades	Unidad de medida	Cantidad por hectárea	Precio unitario	Costo total
I. Costo directos				9907.80
Herramientas				122.00
Machetes	unidad	2.00	25.00	50.00
azadón	unidad	2.00	30.00	60.00
Limador	unidad	1.00	12.00	12.00
Preparación de terreno				1120.00
Rozo	Jornal	20.00	40.00	800.00
Quema	Jornal	1.00	40.00	40.00
Limpieza	Jornal	7.00	40.00	280.00
Instalación				1160.00
Apertura de hoyos	Jornal	9.00	40.00	360.00
abonamiento y tapado	Jornal	11.00	40.00	440.00
Siembra	Jornal	9.00	40.00	360.00
Labores culturales				1720.00
1er Deshierbo (aporque)	Jornal	15.00	40.00	600.00
2do Deshierbo (aporque)	Jornal	16.00	40.00	640.00
1er Control Fitosanitario	Jornal	4.00	40.00	160.00
2do Control Fitosanitario	Jornal	4.00	40.00	160.00
3er Control Fitosanitario	Jornal	4.00	40.00	160.00
Cosecha				2440.00
Arranque	Jornal	14.00	40.00	560.00
Desvainado	Jornal	21.00	40.00	840.00
tendido y Secado	Jornal	9.00	40.00	360.00
Desgrane	Jornal	7.00	40.00	280.00
Ventilación	Jornal	3.00	40.00	120.00
Selección	Jornal	4.00	40.00	160.00
Ensacado	Jornal	3.00	40.00	120.00
Captura y elaboración de EM				710.80
Frascos	unidad	40.00	1.00	40.00
ligas	unidad	40.00	0.05	2.00
nylon	unidad	1.00	10.00	10.00
Arroz	Kilogramos	1.00	3.80	3.80
Melaza	Kilogramos	30.00	4.00	120.00
Leche	Litros	4.00	4.00	16.00
Harina de pescado	Kilogramos	14.00	3.50	49.00
Tanque de 60 (Litros)	unidad	1.00	50.00	50.00
Tanque de 200 (Litros)	unidad	2.00	150.00	300.00
Captura (EM)	Jornal	1.00	40.00	40.00
Elaboración (EM)	Jornal	2.00	40.00	80.00
insumos				200.00
Semilla	sacos	2.00	100.00	200.00
Abono orgánico				2000.00
Guano de Isla	Sacos (50 kg)	40.00	50.00	2000.00
Productos biológicos y adherente				275.00
TRICHOPS	Bolsas	4.00	30.00	120.00
METARIZO	Bolsas	4.00	35.00	140.00
ACEITE AGRICOLA	Botella (1L)	1.00	15.00	15.00
Movilidad				160.00
traslado de sacos (cosecha)	Flete	1.00	160.00	160.00
II. Costos indirectos				495.39
Gastos administrativos y general (5% C.D)				495.39
Costo total S/.				10403.19

ANEXO 5
PLANO DE LA CAPTURA DE MICROORGANISMOS EFICIENTES – EM



ANEXO 6
PANEL FOTOGRÁFICO



Fotografía 01. Preparación de las tarimas para la captura de los microorganismos eficientes.



Fotografía 02. Tarimas cubiertos con nylon listo para llevar al bosque.



Fotografía 3. Distribución de las tarimas para la captura de los microorganismos eficientes.



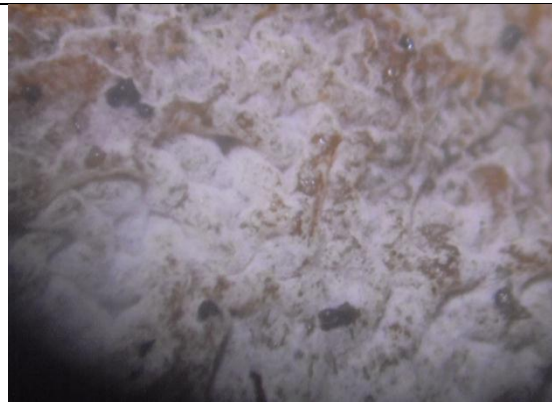
Fotografía 4. Tarimas cubiertos con nylon en el bosque.



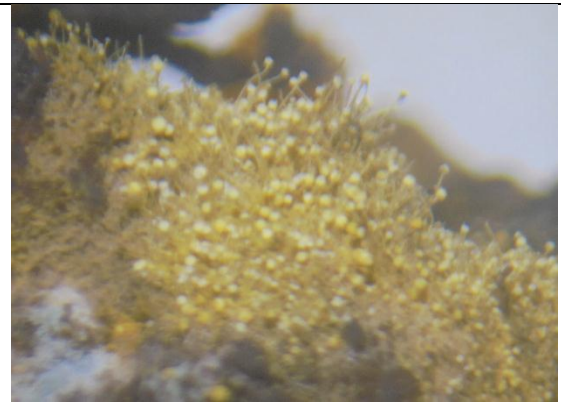
Fotografía 5. Recolección de las muestras después de dos semanas de permanecer en el bosque.



Fotografía 6. Colonización de microorganismos eficientes (Tarima 8).



Fotografía 7. Vista de la colonización de microorganismos eficientes (tarima 10).



Fotografía 8. Vista con un estereoscopio de la colonización de microorganismos eficientes.



Fotografía 9. Disolución de arroz impregnado con microorganismos.



Fotografía 10. Cocción durante 45 minutos de los principales ingredientes, para la obtención de la solución madre del EM.



Fotografía 11. Obtención de la solución madre de microorganismos eficientes.



Fotografía 12. Preparación de solución para la propagación de la solución madre.



Fotografía 13. Propagación de los microorganismos eficientes.



Fotografía 14. Propagación completa, coloración marrón rojizo con olor agridulce parecido a la chicha de jora.



Fotografía 15. Compra de humus de lombriz de la Municipalidad Distrital de Kimbiri.



Fotografía 16. Humus de lombriz incubadas con los microorganismos eficientes.



Fotografía 17. Guano de islas incubadas con los microorganismos eficientes.



Fotografía 18. Oreado y tamizado del guano de islas.



Fotografía 19. Desmalezado de la parcela de investigación ubicados en centro poblado de Ccatun Rumi.



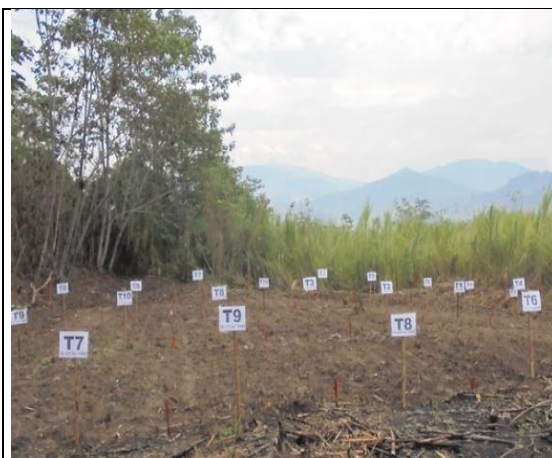
Fotografía 20. Limpieza de la parcela experimental.



Fotografía 21. Medición, delimitación y estaqueado de las parcelas experimentales.



Fotografía 22. Hoyado de la parcela experimental.



Fotografía 23. Carteles con codificación de las parcelas de manera alazar.



Fotografía 24. Pesado de las diferentes fuentes y niveles de abonos orgánicos.



Fotografía 25. Abonamiento orgánico en cada unidad experimental según corresponde.



Fotografía 26. Aplicación de la solución de los microorganismos eficientes al suelo de manera directa (tratamiento 6).



Fotografía 27. Selección de las semillas para garantizar la buena producción.



Fotografía 28. Desinfectado de la semilla con TRICHOPS un biofungicida.



Fotografía 29. Siembra de las semillas por golpe.



Fotografía 30. Emergencia de la plántula del cultivo del maní.



Fotografía 31. Primera fumigación para el control de las principales plagas y enfermedades.



Fotografía 32. Segunda fumigación para el control de las principales plagas y enfermedades.



Fotografía 33. Tercera fumigación para el control de las principales plagas y enfermedades.



Fotografía 34. Visualización de la colonización en forma de nódulos de bacterias nitrificantes en la raíz del cultivo.



Fotografía 35. Desmalezado y aporcado del cultivo de maní.



Fotografía 36. Plantación de maní después del desmalezado y aporcado.



Fotografía 37. Cosecha del cultivo del maní.



Fotografía 38. Evaluación de los parámetros de investigación.



Fotografía 39. Plantas sin abonamiento orgánico y sin microorganismos eficientes (testigo).



Fotografía 40. Plantas sin abonamiento orgánico y con microorganismos eficientes (tratamiento 6).



Fotografía 41. Plantas abonadas con guano de islas a 2 t.ha^{-1} incubados más microorganismos eficientes.



Fotografía 42. Secado de las capsulas durante 6 días.



Fotografía 43. Evaluación del peso de grano más cápsulas.



Fotografía 44. Evaluación del peso de grano.



Fotografía 45. Evaluación de la longitud de cápsulas.



Fotografía 46. Evaluación del diámetro de cápsulas.