

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**“MICROORGANISMOS EFICACES (E.M.) EN EL RENDIMIENTO
DE ARVEJA (*Pisum sativum* L.), VARIEDAD REMATE EN
CANAÁN A 2750 msnm – AYACUCHO.”**

**Tesis para obtener el título profesional de
INGENIERO AGRÓNOMO**

PRESENTADO POR:

WILLIAM QUISPE RUA

AYACUCHO - PERÚ

2010

**“MICROORGANISMOS EFICACES (E.M.) EN EL RENDIMIENTO
DE ARVEJA (*Pisum sativum* L.), VARIEDAD REMATE EN
CANAÁN A 2750 msnm – AYACUCHO”**

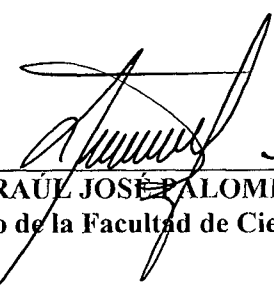
Recomendado : 17 de diciembre de 2010
Aprobado : 29 de diciembre de 2010


M.Sc. ING. JOSÉ ANTONIO QUISPE TENORIO
Presidente del Jurado


ING. WALTER AUGUSTO MATEU MATEO
Miembro del Jurado


M.Sc. ING. FORTUNATO ALVAREZ AQUISE
Miembro del Jurado


ING. JUAN BENJAMÍN GIRÓN MOLINA
Miembro del Jurado


M.Sc. ING. RAÚL JOSÉ PALOMINO MARCATOMA
Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias

DEDICATORIA

*A Dios, por todo lo que me
dio, me da y me dará, Y por
permitirme vivir y disfrutar
cada día.*

*A mi Madre J. Felicitas Rúa y mi
Padre Víctor Quispe, por su cariño y
comprensión, por brindarme la
educación necesaria y el apoyo
incondicional. Sin ellos este trabajo
no hubiera sido posible.*

*A mi esposa Teresa, por
su comprensión y apoyo
incondicional. Además sin
ella este trabajo no hubiera
sido posible.*

AGRADECIMIENTOS

A mi alma Mater la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga por *haberme* acogido en sus aulas todos estos años.

A los docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias, por las enseñanzas y consejos vertidos durante la vida universitaria.

Al asesor el Ing. Walter Mateu Mateo, por su amistad, sabios consejos, apoyo y correcciones desde que inició la investigación hasta la elaboración de este documento.

A todos los miembros del jurado, por el tiempo que me brindaron durante todo lo que significó la elaboración de la tesis, y por las correcciones y consejos en beneficio del presente documento.

A mis mejores amigos de la universidad, quienes me acompañaron y me apoyaron durante estos cinco años de estudio.

ÍNDICE

Pág.

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1	CENTRO DE ORIGEN DE ARVEJA	4
1.2	TAXONÓMICA	5
1.3	ANÁLISIS NUTRICIONAL	5
1.4	CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS Y FENOLÓGICAS	6
1.5	VARIEDADES Y CULTIVARES	14
1.6	ECOLOGÍA DEL CULTIVO	16
1.7	LABORES CULTURALES	18
1.8	PLAGAS Y ENFERMEDADES	22
1.9	COSECHA Y RENDIMIENTO	23
1.10	LOS MICROORGANISMOS BENÉFICOS (MB)	24

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1.	TERRENO EXPERIMENTAL	33
2.2.	CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL SUELO	34

2.3.	CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS	35
2.4.	MATERIAL EXPERIMENTAL	37
2.5.	FACTORES EN ESTUDIO	38
2.6.	TRATAMIENTOS	38
2.7.	DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO	39
2.8.	CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL	39
2.9.	INSTALACIÓN Y CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO	41
2.10.	VARIABLES EVALUADAS	46
2.11.	DETERMINACIÓN DEL MERITO ECONÓMICO	49

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1.	DEL SUELO	50
3.1.1.	Contenido de nutrientes en el suelo después de la cosecha	50
3.1.2.	Determinación de la población microbiana del suelo después de la inoculación.	52
3.2.	DEL CULTIVO	55
3.2.1.	VARIABLES DE PRECOCIDAD	55
3.2.2.	VARIABLES DE RENDIMIENTO	58
3.3.	DETERMINACIÓN DEL MERITO ECONÓMICO	84

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1.	CONCLUSIONES	86
------	--------------	----

4.2.	RECOMENDACIONES	87
------	-----------------	----

RESUMEN	88
---------	----

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXO

INTRODUCCIÓN

La arveja (*Pisum sativum* L.), es la leguminosa de grano más importante en nuestro país, porque constituye parte de la dieta alimenticia al pueblo peruano juntamente con los cereales. Este cultivo en sus granos contienen de 22% a 26% de proteína de buena calidad, además de carbohidratos, vitaminas y minerales (Ca, P y K), pero es deficiente en aminoácidos azufrados, por lo que combinados con cereales, hacen un buen balance proteico y mejoran significativamente en alimentación de la población de escasos recursos económicos (Camarena, et al 2003).

A nivel nacional el rendimiento promedio en vaina verde es de 3.2 t/ha y en grano seco de 0.94 t/ha. Ayacucho reporta en promedio 2.38 t/ha de grano verde y 0.95 t/ha en grano seco. La mayor área de producción se presenta en la sierra entre 1600 y 3000 msnm, siendo las principales zonas de producción: Junín, Cajamarca, Huancavelica, Ancash y Ayacucho. (MINAG –OEEEEA Campaña Agrícola 2008-2009).

Actualmente, las causas del bajo rendimiento del cultivo de leguminosas, son atribuidos a la aplicación de técnicas agronómicas

deficientes, sumados al empobrecimiento de los suelos cultivados, principalmente por la falta de nitrógeno; por tanto, es necesario emplear técnicas tendientes a reducir el costo de los fertilizantes y aumentar el rendimiento en estos cultivos.

Por otro lado, existe la tendencia mundial de producir y consumir productos sanos y libres de residuos de agroquímicos. Una alternativa actual es el uso de microorganismos eficaces (bacterias fototróficas, bacterias de ácido láctico y levaduras), tecnología desarrollado por el Profesor Dr. Teruo Higa, en la Universidad de Ryukyus, Okinawa, Japón. El principio fundamental de ésta tecnología es la introducción de un grupo de microorganismos benéficos, para mejorar la condición de los suelos, suprimir los microorganismos putrefactivos (inductores de enfermedades), y mejorar la eficacia en la utilización de la materia orgánica en los suelos. (<http://www.em-info.es>, 2010).

Por las consideraciones expuestas, se plantea la ejecución del presente trabajo de investigación en las condiciones de Canaán – Ayacucho, con la finalidad de alcanzar los siguientes objetivos:

1. Determinar la respuesta del cultivo de arveja, a la aplicación de microorganismos benéficos (MB) en las condiciones agroecológicas de Canaán.
2. Determinar la procedencia de microorganismos benéficos (MB) que tiene mejor efecto en rendimiento del cultivo de arveja en condiciones de Canaán.

3. Determinar la cantidad de aplicaciones de microorganismos benéficos (MB) que mejoran el rendimiento de arveja en condiciones de Canaán.
4. Determinar la rentabilidad económica de los tratamientos estudiados.

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. CENTRO DE ORIGEN DE ARVEJA

El cultivo del guisante es conocido por el hombre desde la antigüedad, habiéndose encontrado restos carbonizados de semillas en asentamientos neolíticos (6000 – 7000 a.c.). Su uso es reciente en Europa, habiendo sido introducido probablemente desde Palestina o Egipto en las zonas orientales europeas del mediterráneo, área que es considerada como su principal Centro de Diversificación. Sin embargo, no existe actualmente un conocimiento tan preciso que permita separar en esta especie, de lo que es Centro Primario y lo que es Centro de Diversidad. No obstante, es muy antiguo su uso en los pueblos de la India, de donde fueron introducidos a China. Hasta el siglo XVI el guisante se utilizó como grano seco y como forraje, y a partir de entonces comenzó a usarse el grano fresco. (<http://www.infoagro.com>, 2 008).

1.2. TAXONOMÍA DE ARVEJA

Casseres (1980), describe taxonómicamente la arveja de la siguiente manera:

Reino	: Vegetal
División	: Fanerógamas
Sub- división	: Angiospermas
Clase	: Dicotiledóneas
Orden	: Rosales
Familia	: Leguminosa
Sub-familia	: Papilionoideae
Tribu	: Vicieae
Género	: Pisum
Especie	: <i>Pisum sativum</i> L.
Nombre común	: Arveja, guisante, chicharro, etc.
Nº de cromosomas	: $2n = 14$

1.3. ANÁLISIS NUTRICIONAL

<http://www.infoagro.com> (2008), indica que el guisante fresco es una fuente de minerales (P y Fe), tiaminas, especialmente vitamina B1, contiene fibra, y aporta una cantidad importante de azúcares y aminoácidos, incluyendo lisina. Se observa el cuadro siguiente:

Valor nutricional de guisantes verdes por 100 g de parte comestible	
Agua (%)	78.0
Proteínas (g)	6.3
Grasas (g)	0.4
Hidratos de Carbono (mg)	14.4
Fibra (mg)	2.0
Cenizas (g)	0.9
Calcio (mg)	26.0
Fósforo (mg)	116.0
Hierro (mg)	1.9
Sodio (mg)	2.0
Potasio (mg)	316.0
Vitamina A (U.I.)	640.0
Tiamina (mg)	0.35
Riboflavina (mg)	0.14
Niacina (mg)	2.9
Ácido ascórbico (mg)	27.0
Calorías (cal)	84.0

1.4. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS Y FENOLÓGICAS

Camarena et al (2003), señalan que la capacidad de rendimiento de las variedades de arveja depende principalmente de sus características morfológicas, los hábitos de crecimiento, el número de inflorescencia por planta y el número de flores por inflorescencia, por ello es muy importante conocer la morfología de la planta de arveja y los estados de desarrollo desde la siembra hasta la madurez de acuerdo al objetivo del cultivo.

1.4.1. Etapa de germinación

Faiguenbaun (1990), menciona que después de la siembra la semilla empieza a imbibir agua a través de la testa y el micrópilo, aumentando gradualmente de tamaño. La etapa de imbibición puede ser dividida en dos fases:

- a) Rápida captación de agua, que se completa aproximadamente en 2 días y en que la semilla aumenta significativamente de volumen.

b) Baja tasa de captación de agua e incremento en la actividad metabólica.

A través de procesos enzimáticos, parte del material de reserva de los cotiledones va quedando gradualmente disponible para el crecimiento del eje embrionario. Este crecimiento determina la aparición de la radícula y 1 ó 2 días después, la aparición inicial de la plúmula; esta, al asomar por entre los cotiledones, lo hace en forma curva, protegiendo de esta manera el ápice del brote contra un posible daño; luego, hacia el final de su crecimiento, la plúmula va enderezándose gradualmente hasta lograr la emergencia.

Una vez que ocurra la emergencia, la plúmula da paso al primer par de hojas verdaderas, las cuales en primera instancia aparecen totalmente plegadas. A partir de ese momento y bajo las hojas verdaderas, se hace visible el epicotíleo, estructura que lleva consigo dos hojas rudimentarias llamadas brácteas trífidas; estas vienen diferenciándose en la semilla, apareciendo habitualmente la primera de ellas en el subnudo más cercano a la superficie del suelo y la otra en el primer nudo de la parte aérea.

Los cotiledones, debido a la germinación hipogea que representa la especie, permanecen bajo el suelo manteniendo en un principio sus características de forma y tamaño, posteriormente y a partir del estado de primera hoja verdadera, los cotiledones, que van suministrando nutrientes a las plántulas para su crecimiento, comienzan gradualmente a deteriorarse. En cualquier caso, su aporte al crecimiento en las primeras etapas de desarrollo es bastante alto; esto puede comprobarse a través de la

presencia de plantas albinas, las que en ínfimo porcentaje suelen aparecer en los cultivos; estas plantas, a pesar de carecer de clorofila, logran desarrollarse en forma normal hasta el estado de cuarta hoja, producto básicamente del abastecimiento que la proporcionan sus cotiledones.

1.4.2. Sistema de raíces

Faiguenbaum (1990), menciona que al ocurrir la emergencia de las plantas, la radícula ya presenta algunas raíces secundarias; este sistema habitualmente logra un buen crecimiento antes de que ocurra el despliegue de la tercera hoja.

La radícula, posteriormente, continúa creciendo hasta transformarse en una característica raíz pivotante. Esta, si bien puede alcanzar hasta 1m de profundidad, lo normal es que no penetre mas allá de 50 cm a partir de las raíces secundarias, que incluso pueden llegar hasta la profundidad alcanzada por la raíz pivotante, se origina una cobertura densa de raíces terciarias.

1.4.3. Tallo principal

Faiguenbaum (1990), hace mención que el tallo principal, que es hueco y muy delgado en la base, va engrosándose progresivamente hacia la parte alta; dependiendo de la precocidad del cultivar, puede emitir desde 6 hasta más de 20 nudos vegetativos por planta. Los cultivares precoces presentan 6 a 8 nudos vegetativos, los semiprecoces 9 a 11, los semitardíos 12 a 14, y los tardíos 15 o más.

1.4.4. Ramas

Faiguenbaum (1990), indica que las plantas de arveja tienen una tendencia a ramificar basalmente a partir de los primeros dos nudos, que son aquellos en que se desarrollan las brácteas trifidas. La cantidad de plantas que llegue a emitir ramas dependerá básicamente de aspectos genéticos, de la fertilidad del suelo, del abastecimiento hídrico y de la densidad de población.

Las ramas basales, cuando se presentan, emiten un menor número de nudos vegetativos y reproductivos que el tallo principal; sin embargo, generalmente alcanzan un buen crecimiento, haciendo un aporte significativo de vainas a la producción de las plantas.

1.4.5. Hojas

Faiguenbaum (1990), señala que a partir del tercer nudo, que corresponde al primer nudo real de la parte aérea, se desarrollan sucesivamente las hojas verdaderas; estas son compuestas, alternas y presentan dos a seis folíolos ovalados a oblongos con margen entero. Cada hoja se compone de un peciolo, de un raquis, de uno o tres pares de folíolos y de uno a cinco zarcillos. Los zarcillos ayudan a que las plantas se sujeten entre sí, lo que les permite mantener una posición más erecta.

Maroto (2000), afirma que las hojas son compuestas tienen pares de folíolos elípticas comprendido entre 2 y 8, de color verde glauco, a veces jaspeado, acabados en un zarcillo simple y dotados en base de dos estipulas muy grandes.

1.4.6. Etapa de la floración

Faiguenbaum (1990), señala que los botones florales, al formarse, crecen encerrados por las hojas superiores, presentando cinco sépalos totalmente unidos que encierran el resto de la flor. Algunos días después, los botones asoman entre las hojas aún no desplegadas que los circundan, produciéndose la fase de fecundación poco antes de que ocurra la apertura de las flores.

1.4.7. Flores

Faiguenbaum (1990), indica que la flor de arveja es típica papilionada, ya que se asemeja a una mariposa cuando los pétalos se desenvuelven, presentando una simetría bilateral.

Las estructuras presentes en una flor de arveja se describen a continuación:

- a) Pedicelo.-** Estructura que une la parte basal de la flor con el pedúnculo; en su base se presenta una bráctea foliácea.
- b) Cáliz.-** Es campanulado, pentagamosépalo, glabro y con dos pequeñas bractéolas en su base
- c) Corola.-** Esta formada por cinco pétalos de color blanco o blanco violáceo; uno de gran tamaño denominado estandarte, encierra a los demás. Otro dos pétalos laterales, que corresponden a las alas, se extienden oblicuamente hacia afuera y se adhiere por el medio a la quilla; está, generalmente de color verdoso, se conforma por un par

de pétalos más pequeños fusionados entre si, los cuales encierran al androceo y al gineceo.

- d) **Androceo.**- Es diadelfo, es decir los estambres forman dos grupos. El número de estambres es 10 y los filamentos concrecentes de nueve de ellos forman un tubo que esta abierto en el lado superior; el decimo estambre, llamado vexilar y que esta libre en una posición más cercana al estandarte, es el primero en liberara polen.
- e) **Gineceo.**- Es monocarpelar, curvado, de ovario supero, unilocular y contiene dos hileras de ovulo que se originan sobre placentas parietales paralelas y adyacentes. El estilo es filiforme y esta orientado en ángulo aproximadamente recto con el ovario.

1.4.8. La inflorescencia

La inflorescencia es racimosa, con brácteas foliáceas, que se inserta por medio de un largo pedúnculo en la axila de las hojas. Cada racimo lleva generalmente 1 ó 2 flores, pero también hay casos de tres, e incluso 4 y 5, aunque estos últimos son raros. (<http://www.infoagro.com>, 2 008).

1.4.9. Etapa de crecimiento de vainas

Faiguenbaum (1990), señala que una vez que ocurra el proceso de fecundación, los pétalos de la flor vuelven a cerrarse envolviendo al ovario fecundado, inmediatamente a continuación los pétalos se marchitan, para luego desprenderse y dejar en evidencia una vaina pequeña que porta

rudimentos del estilo en su ápice. Por otra parte, los filamentos de los estambres rodean inicialmente a la vaina, pero pronto se secan y caen.

Las vainas o legumbres corresponden a frutas, cada uno de los cuales está compuesto por dos valvas que conforman el pericarpio; las vainas presentan un ápice agudo o truncado y un pedicelo corto que puede ser recto o curvo, dependiendo del cultivar y de su posición en la planta, las vainas pueden contener entre 3 y 10 semillas; su longitud puede variar de 4 a 12 cm y su ancho 1 a 2 cm.

Inicialmente, las vainas manifiestan su crecimiento solamente a través de un aumento en su longitud y en su ancho; posteriormente, se incrementa de sus paredes, comenzando a aumentar el tamaño de su cavidad aproximadamente 10 días después de la antesis; las vainas, sin embargo, se mantienen planas en apariencia hasta que alcanzan su máxima longitud. En forma previa al inicio del crecimiento de los granos, las vainas van desarrollando un tejido fibroso al interior de sus valvas que corresponden al endocarpio o pergamino.

1.4.9. Etapa de llenado de granos

Faiguenbaum (1990), señala que la división celular en los granos comienza poco antes que las vainas alcancen su longitud máxima, existiendo un traslape entre la fase de término del crecimiento de las vainas y la etapa inicial del crecimiento de los granos.

Los granos, que durante los primeros días crecen muy lentamente, entran muy pronto en una fase de rápido crecimiento, en cual se manifiesta

mediante un abultamiento de las vainas; esta se va haciendo cada vez mayor, producto del crecimiento progresivo de los granos. La cavidad de las vainas se llena prácticamente en forma completa cuando los granos alcanzan el estado de madurez para su consumo en verde.

1.4.10. Fruto y semilla

Maroto (2000), menciona que las vainas tienen de 5 a 10 cm de largo y suelen tener de 4 a 10 semillas; son de forma y color variable (globulosas o cúbicas, lisas o rugosas). La mayor parte de las variedades presentan en la cara interna de sus valvas una formación tisular esclerenquimatosa o pergamino que esta ausente o aminorada en las variedades de “tirabeques” o cometido.

Faiguenbaum (1990), señala que las semillas pueden presentar una forma globosa o globosa angular de un diámetro de 3 a 5 mm. La testa es delgada, pudiendo ser incolora, verde, gris, café o violeta y la superficie lisa o rugosa.

En los cultivares de semilla lisa, aproximadamente un 45% de peso seco de la semilla corresponde a almidón; los cultivares de semilla rugosa, por su parte, presentan un menor contenido de almidón (34%), pero un mayor contenido de azúcares especialmente de sacarosa. La velocidad de transformación de azúcares en almidón durante la madurez de la semilla ocurre más lentamente en los cultivares de semilla rugosa; estos, por lo tanto, presentan una fase más lenta de maduración al estado verde. La semilla está compuesta por testa, dos cotiledones y un eje embrionario;

este último está formado por radícula, el hipocotilo, el epicotilo, la plúmula y las dos brácteas trifidas.

1.4.11. Aspecto reproductivo

Phoelman (1981), indica que la planta de arveja es autógama, ocurriendo muy poco cruce natural, la cantidad de cruzamiento entre cultivares no es uniforme, calculándose de que no pasa el 3%.

1.5. VARIEDADES Y CULTIVARES

Veliz (1976), clasifica a los cultivares de acuerdo con su forma de crecimiento: Determinados (plantas enanas) e indeterminados (plantas trepadoras), las plantas enanas tienden a ser precoces y a concentrar su producción, lo que permite su siembra con mayor densidad. En el país sea popularizado el cultivar "Alderman" (indeterminado), generalmente de bajo rendimiento.

Según su periodo vegetativo, los cultivares se pueden clasificar en:

- a) **Tardío (90 a 120 días)**, por ejemplo Alderman, Azul.
- b) **Precoces (70 a 85 días)**, por ejemplo Resistan Early Perfection (EP-326).
- c) **Muy precoces (50 a 65 días)**, por ejemplo Somete y Cobrette.

Galarza et al (2004), señalan que existen diversas variedades de arveja, las cuales se pueden clasificarse de la siguiente manera:

Por su origen:

a) Variedades criollas; aquellas que a través del tiempo se han ido adaptando a diversas zonas de país y vienen siendo sembrados por los agricultores de generación en generación, se caracterizan por tener bajos rendimientos pero son genéticamente estables; entre ellas tenemos: Blanca de Churcampá y Huancavelica.

b) Variedades mejoradas; aquellas que han sido obtenidos como resultados de trabajos de investigación por parte de instituciones especializadas, se caracterizan por tener altos rendimientos especialmente en vaina verde; entre las más conocidas tenemos: INIA 103, Remate, Alderman, Rondo, INIA Usui, Jumbo, Utrillo, Uacén 1, Uacén 2, Protor, Eminent, Etc.

Por su hábitat de crecimiento:

a) Variedades de mata baja; alcanzan una altura promedio de 45 cm y su hábito de crecimiento es semi erecto.

b) Variedades de medio enrame; llegan a una altura promedio de 70 cm y son de crecimiento postrado.

c) Variedades de enrame; pueden alcanzar más de 2 m de altura de planta, siendo también de crecimiento postrado.

Por la duración de su período vegetativo

a) Variedades precoces; en promedio se cosechan en vaina verde a los 80 días después de la siembra.

b) Variedades semi precoces; se cosechan en promedio a los 100 días después de la siembra.

c) Variedades tardías; se cosechan en promedio a los 120 días después de la siembra.

Por la superficie de los granos:

a) Rugosas; estas variedades pueden ser cosechadas tanto en grano seco y grano verde.

b) Lisas; preferentemente las variedades de grano liso estas destinadas para el consumo en grano seco, partidos y Harinas.

1.6. ECOLOGÍA DEL CULTIVO

1.6.1. Condiciones medio ambientales

Casseres (1980), menciona que la arveja prefiere un clima templado fresco, la temperatura óptima media para su mejor desarrollo esta entre 15 y 18 °C, con máximas de 21 a 24 °C, y mínimas de 7 °C.

Maroto (2000), afirma que es una planta que se adapta principalmente a climatologías templadas y húmedas, aunque una gran parte de las variedades son sensibles a las heladas. La temperatura óptima de crecimiento puede situarse entre 14 y 26 °C.

Kay (1979), señala que la arveja necesita un clima fresco, pero no excesivamente frío, la temperatura mínima de germinación de la semilla es de 4 °C y la máxima de 24 °C. Las temperaturas óptimas durante el proceso vegetativo oscilan de 13 a 18 °C.

La arveja prefiere un clima templado y algo húmedo. La planta se hielga con temperaturas por debajo de -3 ó -4 °C. Detiene su crecimiento cuando las temperaturas empiezan a ser menores de 5 ó 7 °C. El desarrollo vegetativo tiene su óptimo crecimiento con temperaturas comprendidas entre 16 y 20 °C, estando el mínimo entre 6 y 10 °C y el máximo en más de 35 °C. Si la temperatura es muy elevada la planta vegeta bastante mal. Necesita ventilación y luminosidad para que vegete bien. (<http://www.infoagro.com>, 2008).

1.6.2. Condiciones de suelo.

Manual Para la Educación Agropecuaria (1990), sostiene que la arveja se adapta a diferentes tipos de suelos, evitando suelos muy compactos, cuyo pH óptimo oscila entre 5.5 a 6.5.

Maroto (2000), da a conocer que la arveja prefiere suelos de textura ligera o media, frescos, terreno bien drenados, que no poseen excesivo contenido en caliza ni tampoco un pH excesivamente ácido, pudiendo cifrar su pH óptimo de desarrollo entre 6 y 6.5.

Veliz (1976), señala que la arveja prefiere suelos franco-arenosos para el caso de cosecha temprana. Debe contar con una dirección y drenaje óptimo en suelos franco-arcillosa.

El guisante va bien en los suelos que son idóneos para la judía; es decir, en los Ligeros de textura silicio-limosa. En los suelos calizos puede presentar síntomas de clorosis y las semillas suelen ser duras. Prospera mal en los suelos demasiado húmedos y en los excesivamente arcillosos.

El pH que mejor le va está comprendido entre 6 y 6.5. Respecto a la salinidad, el guisante es una planta considerada como intermedia en lo que a resistencia a la misma se refiere. (<http://www.infoagro.com>, 2008).

1.7. LABORES CULTURALES

1.7.1. Preparación del terreno.

Maroto (2000), afirma que se debe hacerse cuidadosamente para dejar el suelo perfectamente mullido y dotado de una buena aireación. Se realiza una labor profunda de unos 30 cm de profundidad con vertedera o subsolador, junto con la que se incorpora el abono de fondo, seguidamente se dan uno a dos gradeos para desagregar superficialmente el terreno.

El guisante no requiere labores demasiado profundas, pero sí que la tierra quede suelta, bien aireada y mullida. Para ello se llevan a cabo 1 ó 2 labores de vertedera según las necesidades que presente el terreno; posteriormente un pase de grada de discos con el que se enterrarán los abonos minerales, otro de cultivador y para finalizar un pase de tabla, que dejará la capa superficial del suelo formada por pequeños agregados. (<http://www.infoagro.com>, 2008).

1.7.2. Siembra y densidad.

Casseres (1980), la arveja se siembra a chorrillo (en hileras continuas) con 1 a 2 cm entre semilla. Cuando el sistema es bajo riego, se siembra a un costado del surco por donde pasara el agua. Estos surcos

son de una sola hilera y están espaciados a 0.75 m, uno de otro. A través de varios ensayos realizados recomienda 80 kg de semilla por hectárea.

Manual Agropecuario (2002), señala que la siembra se hace de manera directa, colocando de tres a cuatro semillas cada 10 a 15 cm en hoyos de 4 a 5 cm en surcos separados 40 a 60 cm para 200 m² se necesita 1.5 kg de semillas (100 kg.ha⁻¹). Cuando se hace tutorado, la distancia es de 1 a 1.2 m entre surcos y 5 cm entre plantas.

El guisante es un cultivo de invierno-primavera. Según las regiones, puede sembrarse en otoño, prolongándose su ciclo hasta finales de primavera; y también puede sembrarse en enero-febrero, llegando su ciclo hasta el comienzo del verano. Dado que es una especie que tolera bien las bajas temperaturas invernales, incluyendo las heladas, puede adaptarse el ciclo de cultivo a los requerimientos de cada una. La siembra es directa, a una profundidad de 4 a 5 cm y puede realizarse de forma manual o mecanizada, en ambos casos se realiza a chorrillo y con densidad de 100 - 200 kg/ha, según el grosor de las semillas, ya que cuando se trata de semillas pequeñas hay que reducir la cantidad. Las siembras a golpes, también se realizan, separando los golpes en las líneas de 30 a 40 cm. Desde que nacen las plantas hasta que se inicia la floración, cuando las temperaturas son óptimas, suelen transcurrir entre 90 y 140 días, según variedades. (<http://www.infoagro.com>, 2008).

1.7.3. Fertilización

INIA (1993), señala que la fertilización es una técnica que tiene como finalidad aumentar la fertilidad y depende de las características del suelo, clima y tipo de cultivo.

León (1998), recomienda que la mejor formula de abonamiento para la obtención de un rendimiento en arveja es de 125-60-40 kg.ha⁻¹ de N, P₂O₅ y K₂O.

Maroto (2000), menciona que la arveja en la fijación simbiótica del nitrógeno puede captar entre 17 a 100 kg.ha⁻¹, según circunstancias del medio físico, cultivar, cepa de *Rhizobium*, y de este valor, entre 22 al 95% se destina al crecimiento de la planta.

Es aconsejable echar antes de la siembra unos 25 gramos por metro cuadrado de abono complejo 8-15-15 de N, P₂O₅ y K₂O. La simbiosis con *Rhizobium* debería permitir el cultivo con bajo aporte de nitrógeno, pero la insuficiente presencia de cepas nativas de bacterias y/o su baja capacidad infectiva y de nodulación aconsejan un aporte mínimo de nitrógeno. (<http://www.infoagro.com>, 2008).

1.7.4. Riego.

La arveja en óptimas condiciones de humedad del suelo necesita pocos riegos. No necesita mucha humedad y los riegos han de ser moderados. Cuando se riega por gravedad, antes de la siembra, es necesario dar un riego para que el suelo tenga humedad suficiente cuando reciba la semilla. Después, si el cultivo es de otoño-invierno, con un par de

riegos es probable que sea suficiente, si es de invierno- primavera necesitara 3 ó 4 riegos. Como épocas importantes, en cuanto a la necesidad de humedad, hay que considerar la de floración y cuando las vainas están a medio engrosar. (<http://www.infoagro.com>, 2008).

INIA (1993), menciona que el cultivo de arveja tiene mayor necesidad de agua en el momento de formación de vainas. La frecuencia de los riegos depende de la época de siembra y del tipo de suelo, recomienda realizar el primer riego de los 20 a los 25 días después de la siembra, para permitir un mejor desarrollo vegetativo. Posteriormente regar antes y después de la floración, finalmente en el llenado de vainas evitar el exceso de humedad porque favorece la presencia de patógenos, preferentemente los hongos.

1.7.5. Tutoraje.

S@mconet (2010), indica que los tutores, sirven de soporte para los tallos trepadores de las arvejas de enrame. Es un sistema de conducción que se adapta a la variedad alderman, mediante esta técnica se obtiene un mayor rendimiento y una buena calidad de los granos. Además permite aprovechar mejor el espacio y colocar rafia o pitas de yute.

Los tutores, se instalan a los 30 o 40 días después de la emergencia cuando las plantas emiten los zarcillos y estos se trepan en las rafias; sin embargo, necesitan que las guíen conforme van creciendo. La colocación de los soportes pueden ser una espaldadera o caballete.

Los soportes, deben tener una altura de 1.50 a 1.70 m y se entierran a una profundidad de 30 cm, se colocan cada 2 m y se sujetan de los extremos, se tensan 3 ó 4 pitas o rafias horizontales cada 40 ó 50 cm.

Los tutores se colocan cada 2 ó 2.5m, cruzados en la parte Terminal y atados con pitas y rafias, luego se tienden 3 ó 4 líneas horizontalmente con pitas o rafias.

1.7.6. Malezas.

Es necesario realizar esta actividad cuando las plantas tengan de 10 a 15 cm de altura, se da un pase de cultivador, que deje la tierra mullida y destruya las malas hierbas que hubieran nacido. Aunque actualmente la eliminación de malas hierbas se ha sustituido por tratamientos de herbicidas. (<http://www.infoagro.com>, 2008).

Bullón (1985), afirma que se trata de eliminar plántulas recién germinadas de malas hierbas, arrancándolas con la mano, o instrumentos de acero especiales, tales como las azadones, rastrillos, cuchillas lampas, picos, rastra, cultivadores y arados, que se usan antes del sombrío, durante la campaña, y después del sombrío o barbecho.

1.8. PLAGAS Y ENFERMEDADES.

<http://www.infoagro.com> (2008), señala las principales plagas y enfermedades de la siguiente manera:

1.8.1. Plagas

- **Polilla del guisante** (*Laspeyresia nigricana*).
- **Pulgón verde** (*Acyrtosiphon pisum* Harris).
- **Sitona** (*Sitona linetus* L.).
- **.Trips del guisante** (*Kakothrips robustus* Uzel)

1.8.2. Enfermedades

- **Oidio del guisante** (*Erysiphe polygoni* D.C.).
- **Antracnosis o rabia del guisante** (*Ascochyta pisi* Lib.)
- **Virus del mosaico del guisante o *Pea Soilborne Mosaic Virus* (PSbMV).**

1.9. COSECHA Y RENDIMIENTO.

Kay (1979), manifiesta los guisantes verdes se recolectan en el estado inmaduro, cuando las vainas están bien llenas, pero los guisantes son dulces y están blandos. La cosecha se realiza a mano, revisando las plantas y recogiendo las vainas en sacos o en redes, o por recolección selectiva, que implica revisar las plantas varias veces; en ocasiones se realiza de 7 a 8 recolecciones entre 5 y 7 semanas.

Manual Agropecuario (2002), señala que la arveja se puede empezar a recoger 80 a 120 días después de sembrada, cuando el grano este verde o seco. En verde esta entre los 50 y 80 días después de la siembra, mientras que en seco se encuentra entre los 80 y 120 días, dependiendo del clima y de la variedad sembrada. El grano verde se

cosecha a mano, mientras que la cosecha del grano seco se hace cortando la planta a ras del suelo.

Cabrera (2004), en su trabajo de fertilización biológica en Canaán, reporta que con la incorporación de las cepas de *Rhizobium Leguminosarum* bv. *Viceae*, logra rendimientos significativamente superiores a 12.07 y 12.03 tn de arveja verde/ha de arveja Remate respectivamente.

Rodríguez (2005), en su trabajo en dos métodos de siembra en Canaán, reporta que la formación de vainas inicia a los 58.6, 82.625, 102.25 y 109.75 días después de la siembra, los rendimientos obtenidos son 5367, 6963, 6686 y 9830 t.ha⁻¹, correspondiendo estos valores a las variedades de Remate, Usuy, Blanca y Alderman.

1.10. LOS MICROORGANISMOS BENÉFICOS (MB)

Chujo (2004), menciona que EM significa Microorganismos Eficientes. EM es una combinación de varios microorganismos beneficiosos, de origen natural que se usan principalmente para los alimentos o que se encuentran en los mismos. Contiene organismos beneficiosos de 3 géneros principales: bacterias fototróficas, bacterias de ácido láctico y levadura. Estos microorganismos benéficos, cuando entran en contacto con materia orgánica, secretan sustancias beneficiosas como vitaminas, ácidos orgánicos, minerales, quelatos y antioxidantes. Cambian el micro y macro flora de la tierra y mejora el equilibrio natural, de manera que la tierra que causa enfermedades se convierte en tierra que suprime

enfermedades, y ésta a su vez tiene la capacidad de transformarse en tierra azimogénica. Los efectos antioxidantes promueven la descomposición de materia orgánica y aumenta el contenido de humus. Esto ayuda a mejorar el crecimiento de la planta y sirve como una excelente herramienta para la producción sostenible en la agricultura orgánica. Los microorganismos eficientes fueron desarrollados en forma líquida a lo largo de muchos años por el Prof. Teruo Higa, de la Universidad de Ryukus, y el estudio se completó en 1982. Al principio, EM era considerado una alternativa para químicos agrícolas. Pero su uso ahora se ha extendido a aplicaciones en los campos ambiental, industrial y de la salud. Sin embargo, se debe enfatizar que EM no es ni un químico sintético ni una medicina.

Higa y Parr (1991), manifiestan que los EM, es una abreviación de Effective Microorganismos (Microorganismos Eficaces), cultivo mixto de microorganismos benéficos naturales, sin manipulación genética, presentes en ecosistemas naturales, y fisiológicamente compatibles unos con otros. Cuando el EM es inoculado en el medio natural, el efecto individual de cada microorganismo es ampliamente magnificado en una manera sinergista por su acción en comunidad. El EM, como inoculante microbiano, restablece el equilibrio microbiológico del suelo, mejorando sus condiciones físico-químicas, incrementa la producción de los cultivos y su protección, además conserva los recursos naturales, generando una agricultura y medio ambiente más sostenible.

Kuprat (2004), refiriéndose a los estudios del Dr. Higa, menciona que los ME se emplea para nuestra salud, para suelos sanos, plantas sanas y animales sanos, para el compostaje, para la limpieza y purificación de aguas residuales y para el cuidado natural de plantas. También para la prevención de parásitos, y como producto de limpieza en casa.

Higa (1993), indica que el acrónimo para “microorganismos eficaces”, EM, es el nombre colectivo que acuñó para un gran número de microorganismos responsables del proceso regenerativo dentro de las fuerzas dinámicas de la naturaleza que acabo de describir. Las bacterias fotosintéticas, levaduras, bacterias de ácidos lácticos y hongos son sólo algunos de los microorganismos anabióticos pertenecientes al grupo EM. Cuando una combinación de ellos está presente en el suelo y prolifera en número suficiente, conduce a un aumento en niveles de antioxidación y resulta una intensificación en concentraciones de energía. En otras palabras, su actividad instiga el proceso de regeneración, purificando el aire y el agua contenidos en el suelo e intensifica el crecimiento de las plantas.

FAO (2008), manifiesta que los MEN son una mezcla de todos los tipos de microbios que ocurren de manera natural, como los fijadores de N, solubilizadores de P, productores de hormonas/vitaminas, descomponedores de la celulosa, organismos controladores de enfermedades, etc. y que se emplean para elevar la productividad del cultivo.

1.10.1 Tipo de Microorganismos:

Higa y Parr (1991), manifiestan que los principales grupos de microorganismos presentes en el EM son: Bacterias Fototrópicas, Bacterias Ácido lácticas, Levaduras y Actinomicetos:

Bacterias Fototrópicas. 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. Las sustancias sintetizadas comprenden aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias bioactivas y azúcares, promoviendo el crecimiento y desarrollo de las plantas. Los metabolitos son absorbidos directamente por ellas, y actúan como sustrato para incrementar la población de otros Microorganismos Eficaces. Asimismo, llevan a cabo una fotosíntesis incompleta, lo cual hace que la planta genere (nutrientes), carbohidratos, aminoácidos; sin necesidad de la luz solar, eso permite que la planta potencialice sus procesos completos las 24 horas del día.

Bacterias Ácido Lácticas. Estas bacterias producen ácido láctico a partir de azúcares y otros carbohidratos sintetizados por bacterias fototróficas y levaduras. El ácido láctico es un fuerte esterilizador, suprime microorganismos patógenos e incrementa la rápida descomposición de materia orgánica. Las bacterias ácido lácticas aumentan la fragmentación de los componentes de la materia orgánica, como la lignina y la celulosa, transformando esos materiales sin causar influencias negativas en el proceso. El ácido láctico ayuda a solubilizar la cal y el fosfato de roca.

Levaduras. 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 Eficaces como bacterias ácido lácticas y actinomicetos.

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

1.10.2. Modo de acción de los microorganismos

Higa y Parr (1991), afirman que, los diferentes tipos de microorganismos en el EM, toman sustancias generadas por otros organismos basando en ello su funcionamiento y desarrollo. Las raíces de las plantas secretan sustancias que son utilizadas por los Microorganismos Eficaces para crecer, sintetizando aminoácidos, ácidos nucleicos, vitaminas, hormonas y otras sustancias bioactivas. Cuando los Microorganismos Eficaces incrementan su población, como una comunidad en el medio en que se encuentran, se incrementa la actividad de los microorganismos naturales, enriqueciendo la microflora, balanceando los ecosistemas microbiales, suprimiendo microorganismos patógenos.

1.10.3. Aplicaciones de los microorganismos benéficos (MB).

Higa y Parr (1991), manifiestan que los ME se aplican en la Agricultura como inoculante microbiano, restablece el equilibrio microbiológico del suelo, mejorando sus condiciones físico-químicas, incrementa la producción de los cultivos y su protección, además conserva los recursos naturales, generando una agricultura y medio ambiente más sostenible.

Entre los efectos sobre el desarrollo de los cultivos se pueden encontrar:

En semilleros:

- 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.
- Incremento de las probabilidades de supervivencia de las plántulas.

En las plantas:

- Genera un mecanismo de supresión de insectos y enfermedades en las plantas, ya que pueden inducir la resistencia sistémica de los cultivos a enfermedades.

- Consume los exudados de raíces, hojas, flores y frutos, evitando la propagación de organismos patógenos y desarrollo de enfermedades.
- Incrementa el crecimiento, calidad y productividad de los cultivos.
- Promueven la floración, fructificación y maduración por sus efectos hormonales en zonas meristemáticas.
- Incrementa la capacidad fotosintética por medio de un mayor desarrollo foliar.

En los suelos:

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

- 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 disminuye la frecuencia de riego, tornando los suelos capaces de absorber 24 veces más las aguas lluvias, evitando la erosión, por el arrastre de las partículas.
- Efectos en las condiciones químicas del suelo: Mejora la disponibilidad de nutrientes en el suelo, solubilizándolos, separando las moléculas que los mantienen fijos, dejando los elementos

disgregados en forma simple para facilitar su absorción por el sistema radical.

- 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.

Funes (2008), manifiesta que en Matanzas, provincia cubana, se produce con gran velocidad los microorganismos milagrosos. Originalmente, un método japonés de mezclar microorganismos del bosque, fuentes energéticas como la miel y otros materiales, para después someterlos a una fermentación anaeróbica, resulta en colonias de microorganismos que tienen un efecto “milagroso”. El producto de la fermentación microbiana es utilizado con varios fines entre los que se puede destacar: Bioestimulante para el rendimiento de los cultivos, acelerador de los procesos de descomposición en el compost o de la digestión anaeróbica para la producción de biogás, entre otras muchas aplicaciones.

1.10.4. Los MB y su acción solubilizante:

Alexander (1980), manifiesta que los microorganismos no solo asimilan el fósforo, sino que también hacen solubles una gran proporción de ellos, liberando en cantidades superiores, actúan solubilizando sales de Fe, Al, Mg, Mn y otros fosfatos. El principal mecanismo de

solubilización se debe a la producción microbiana de ácidos orgánicos, que disuelven los fosfatos inorgánicos haciéndolos asimilables para las plantas. Muchos microorganismos del suelo producen ácido láctico, glicólico, acético, cítrico, fórmico, etc.; que pueden solubilizar fosfatos tricálcicos y apatitos naturales.

Catedra IX (1982), mencionan que otros ácidos orgánicos como oxálico y tartárico son agentes quelantes capaces de acomplejar Ca^{+2} , Al^{+3} , Fe^{+3} , Mn^{+2} , y Cu^{+2} , que estuvieron en forma de fosfatos, liberando por lo tanto el fósforo. Esta acción podría ser neutralizada por la presencia de CaCO_3 , siendo este proceso más activo en la zona de las raíces. Higa y Parr (1991), mencionan que los MB tienen efectos en las condiciones químicas del suelo: Mejora la disponibilidad de nutrientes en el suelo, solubilizándolos, separando las moléculas que los mantienen fijos, dejando los elementos disgregados en forma simple para facilitar su absorción por el sistema radical.

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. TERRENO EXPERIMENTAL

2.1.1. Ubicación

El presente trabajo de investigación se desarrolló en el Centro Experimental de Canaán de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Provincia de Huamanga, Departamento de Ayacucho a 2750 msnm, cuyas coordenadas son 13° 08' 51" Latitud Sur y 74° 32' Longitud Oeste, con un pendiente que varía entre 1.0% y 1.5%. Clasificado ecológicamente como: Bosque Seco Montano Bajo Subtropical (Onern, 1982).

2.1.2. Antecedentes del terreno

En la campaña anterior se condujo el cultivo de zanahoria, con nivel de fertilización bajo.

2.2. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL SUELO

Para determinar el estado nutricional del suelo de Canaán, la extracción de muestras de suelo se realizó recorriendo el terreno en “Zigzag” a una profundidad de 20 cm, las sub muestras se mezclaron uniformemente obteniendo una muestra representativa de un kilo de peso; que posteriormente se envió para su análisis respectivo, al Laboratorio de Suelos, Aguas y Plantas “Nicolás Roulet” del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, cuyo resultado se muestra a continuación.

Cuadro 2.1. Análisis químico del suelo de Canaán. Ayacucho - 2008.

Muestra	Características	Resultados		Interpretación
		Valores	Método	
Antes de la siembra	Análisis Químico			
	pH H ₂ O	8.02	Potenciómetro	Mod. alcalino
	M.O (%)	2.05	Walkley y Black	Medio
	Nt (%)	0.10	Kjeldahl	Medio
	P ppm disponible	18.13	Bray Kurtz y Olsen	Alto
	K ppm disponible	62.3	Fotómetro de llama	Bajo

Fuente: Laboratorio de Suelos, Aguas y Plantas de la UNSCH.

De los resultados, se puede afirmar que el suelo del experimento, posee un pH moderadamente alcalino, contenido de materia orgánica y nitrógeno total medio, el contenido de fósforo disponible de nivel alto y un bajo nivel de potasio disponible. Los valores obtenidos se encuentran dentro de los valores recomendados y apropiados para el cultivo de arveja (Ibáñez y Aguirre, 1983).

2.3. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

Los datos meteorológicos fueron registrados en el observatorio Climatológico de Pampa de Arco, de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, ubicado a una altitud de 2772 msnm, situada entre las coordenadas de 74° 13' 51" longitud Oeste y 13° 08' 51" Latitud Sur; datos que servirán para la elaboración del Balance Hídrico.

En el cuadro 2.2 se observa que la temperatura promedio mensual máxima, mínima y media son de: 27.70 °C; 4.60°C y 14.90 °C, respectivamente, siendo los meses más cálidos agosto, setiembre, octubre y noviembre del 2008. Los meses más fríos se registraron en los meses de abril, mayo, junio, julio, agosto y setiembre del 2008. La precipitación total fue de 500.90 mm, siendo los meses de enero, febrero, marzo y diciembre del 2008 la de mayor precipitación y el resto de los meses de una escasa precipitación.

En los meses correspondientes al ciclo vegetativo del cultivo (julio a octubre 2008); la temperatura máxima, mínima y media registrada fue de 26.80°C, 4.60°C y 14.90 °C respectivamente. Asimismo se presentó escasa precipitación con un déficit hídrico de -2.96 mm hasta -41.58 mm. Por lo tanto se complementó con riego desde la siembra hasta la cosecha en vaina verde de la arveja.

CUADRO 2.2. Temperatura Máxima, Media, Mínima y Balance hídrico correspondiente a la campaña agrícola 2008 de la Estación Meteorológica de Pampa de Arco – Ayacucho.

Distrito : Ayacucho
 Provincia : Huamanga
 Departamento : Ayacucho

Altitud : 2 772 msnm.
 Latitud : 13° 08' 51" S
 Longitud : 74° 13' 06" W

AÑO	2008													
Meses	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	Total	Prom.
T° Máxima (°C)	23.20	23.80	23.90	23.60	25.40	24.90	25.20	26.50	26.80	26.30	27.70	25.90		25.27
T° Mínima (°C)	11.60	10.60	10.20	8.20	5.60	5.30	4.60	6.60	7.80	10.40	10.40	10.80		8.51
T° Media (°C)	17.40	17.20	17.05	15.90	15.50	15.10	14.90	16.55	17.30	18.35	19.05	18.35		16.89
Factor	4.96	4.64	4.96	4.80	4.96	4.80	4.96	4.96	4.80	4.96	4.80	4.96		
ETP(mm)	86.30	79.81	84.57	76.32	76.88	72.48	73.90	82.09	83.04	91.02	91.44	91.02	988.86	
Precipitación (mm)	80.70	86.40	113.80	25.50	11.50	4.80	0.00	0.00	39.10	25.00	37.90	76.20	500.90	
ETP Ajust. (mm)	43.72	40.43	42.84	38.66	38.94	36.71	37.44	41.58	42.06	46.10	46.32	46.10		
H del suelo (mm)	36.98	45.97	70.96	-13.16	-27.44	-31.91	-37.44	-41.58	-2.96	-21.10	-8.42	30.10		
Déficit (mm)				-13.16	-27.44	-31.91	-37.44	-41.58	-2.96	-21.10	-8.42			
Exceso (mm)	36.98	45.97	70.96									30.10		

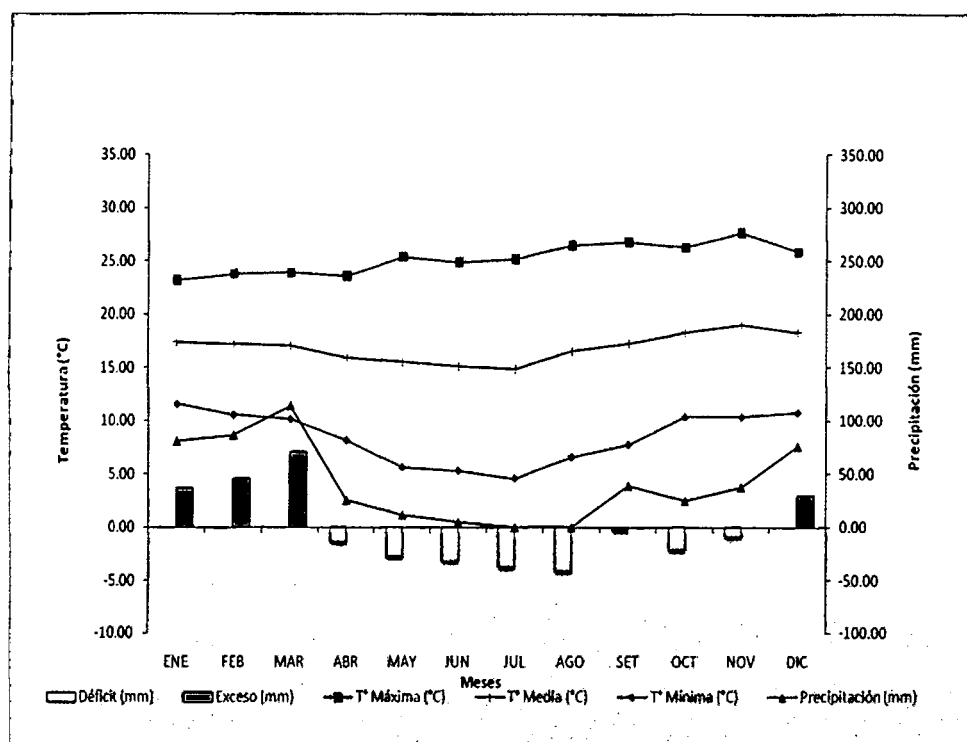


Gráfico 2.1. Diagrama ombrotermico: T° vs. Pp. y balance hídrico.

2.4. MATERIAL EXPERIMENTAL

Se utilizó la semilla de la variedad “Remate”, proporcionado por la Estación Experimental Canaán – INIA, cuyas características son:

- Son resistentes en zonas de altura.
- Una variedad de precocidad intermedia.
- Ciclo vegetativo dura aproximadamente de 95 a 120 días.
- Las plantas alcanzan 90 centímetros de altura en promedio.
- Producen vainas grandes.
- La semilla se caracteriza por ser esférica y de tamaño regular, de color crema y de superficie lisa.
- Peso de 1000 semillas de 280 a 330 gramos.

2.5. FACTORES EN ESTUDIO

En el presente trabajo de investigación se ha considerado dos factores en estudio:

A. Tipo de Microorganismos (M):

- m_1 = Local (MB) PIPG - UNSCH al 3%.
- m_2 = Comercial (MB) al 3%

B. Número de Aplicaciones (A):

- a_1 = 01 aplicación solo en la siembra
- a_2 = 07 aplicaciones a cada 10 días después de la siembra
- a_3 = 03 aplicaciones a cada 20 días después de la siembra
- a_4 = 02 aplicaciones a cada 30 días después de la siembra.

2.6. TRATAMIENTOS

Los tratamientos utilizados provienen de la combinación de los factores estudiados, como se indica a continuación:

Trat	Combinación	Descripción
T1	$m_1 \times a_1$	Microorganismo local – 01 Aplicación solo en la siembra
T2	$m_1 \times a_2$	Microorganismo local – 07 Aplicaciones a cada 10 días
T3	$m_1 \times a_3$	Microorganismo local – 03 Aplicaciones a cada 20 días
T4	$m_1 \times a_4$	Microorganismo local – 02 Aplicaciones a cada 30 días
T5	$m_2 \times a_1$	Microorganismo comercial– 01 Aplicación solo en siembra
T6	$m_2 \times a_2$	Microorganismo comercial–07 Aplicaciones a cada 10 días
T7	$m_2 \times a_3$	Microorganismo comercial–03 Aplicaciones a cada 20 días
T8	$m_2 \times a_4$	Microorganismo comercial–02 Aplicaciones a cada 30 días
T9	$m_0 \times a_0$	Sin microorganismos benéficos.

2.7. DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para la distribución de unidades experimentales y análisis estadístico se utilizó el Diseño Bloque Completamente Randomizado (DBCR) con arreglo factorial 2M X 4A (2 tipos de microorganismos y 4 formas de aplicación), con 3 repeticiones y un testigo adicional, las cuales han sido distribuidos al azar en el campo experimental.

Los resultados se evaluaron mediante el Análisis de Varianza (ANVA) y subsiguientemente con la prueba de Tukey ($p > 0.05$).

El Modelo Aditivo Lineal (MAL) es el siguiente:

$$Y_{ijk} = U + B_k + T_i + \alpha_j + T\alpha_{ij} + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Observación cualquiera.

U = Promedio general

B_k = Efecto del K-ésimo bloque

T_i = Efecto del i-ésimo tipo de microorganismo

α_j = Efecto del J-ésimo número de aplicaciones

$T\alpha_{ij}$ = efecto simple de la interacción del i-ésimo tipo de
Microorganismo por el J-ésimo número de aplicaciones.

E_{ijk} = Error experimental

2.8. CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL

a) Bloques:

➤ Número de bloques del experimento	:	03
➤ Largo del bloque	:	18.9 m
➤ Ancho del bloque	:	6.0 m
➤ Área del bloque	:	113.4 m ²

b) Calles:

➤ Largo de la calle	:	18.9 m
➤ Ancho de la calle	:	1.5 m
➤ Número de calles	:	02
➤ Área total de calles	:	56.7 m ²

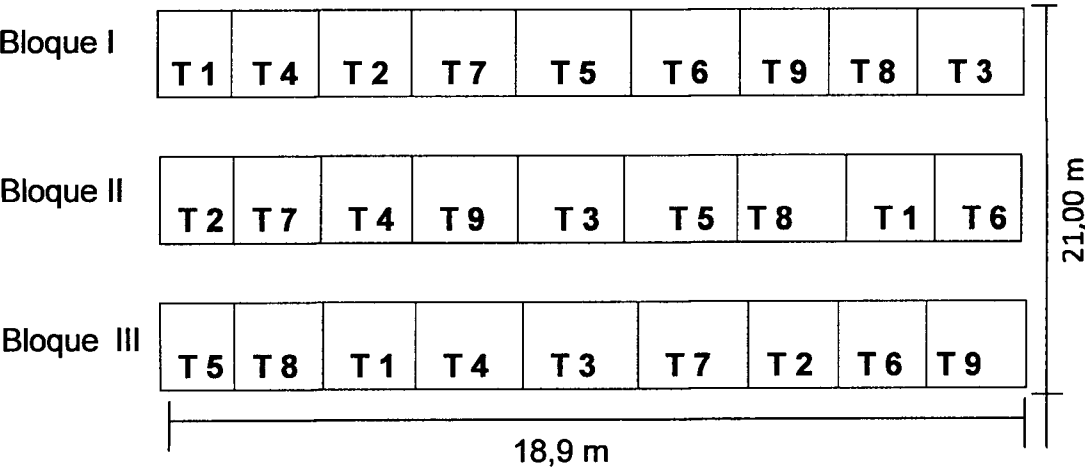
c) Parcelas experimentales:

➤ Número de parcelas por bloque	:	09
➤ Largo de la parcela	:	6.0 m
➤ Ancho de la parcela	:	2.1 m
➤ Número de surcos por parcela	:	03
➤ Área de la parcela	:	12.6 m ²
➤ Distancia entre surcos	:	0.7 m
➤ Distancia entre golpes	:	0.20 m
➤ N° de plantas por golpe	:	3.0

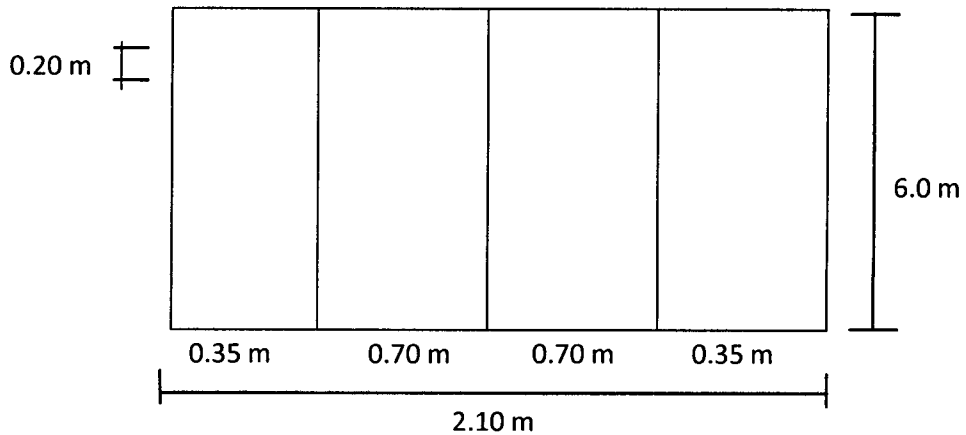
d) Área total del experimento:

➤ Área total de calles	:	56.7 m ²
➤ Área total de bloques	:	340.2 m ²
➤ Área total del ensayo	:	369.9 m ²

e) Croquis del campo experimental y distribución de los tratamientos en las unidades experimentales.



f) Croquis de una Unidad Experimental:



2.9. INSTALACIÓN Y CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

2.9.1. Obtención de solución natural con microorganismos benéficos (MB).

Suquilanda (2001), indica que para contar con la solución natural con MB, se inicia con su captura, bajo una técnica sencilla, que consiste en colocar un frasco con arroz cocido, cubierto con un pedazo de nylon, en una compostera del área de suelos, durante 2 semanas. Luego de este período se extrae el arroz (impregnado de microorganismo con colonias de bacterias Gram positivas y Gram negativas, y muchos hongos), se licúa, y se mezcla con 1 litro de melaza y 3 litros de agua. Ver gráfico 2.2.

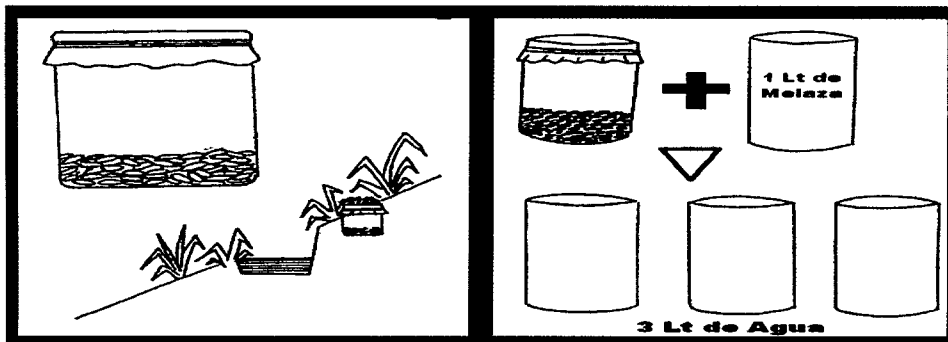


Gráfico 2.2. Proceso de captura y preparación de la solución madre de MB.

2.9.2. Labores Culturales

a) Preparación del terreno

La preparación del terreno se realizó el 01 de julio del 2008 con una pasada de arado de discos a una profundidad de 30 cm, después una labranza secundaria con rastra, luego se realizó el mullido y nivelado del terreno definitivo en forma manual con picos y rastrillo a fin de proporcionar a la semilla las condiciones más óptimas para su crecimiento y desarrollo.

b) Estacado y surcado del terreno

Se realizó la demarcación del terreno delimitando parcelas y calles, para el cual se utilizó estacas, cinta métrica, cordel y yeso.

Posteriormente se realizó el surcado el 07 de julio del 2008, teniendo en cuenta el espaciamiento uniforme de 0.70 m entre surcos.

c) Siembra

Previamente a la siembra en el laboratorio se realizó la prueba de germinación de la semilla obteniendo 91.66% de germinación, con el cual se evaluó el poder germinativo de la semilla.

La siembra se realizó el 08 de julio del 2008 en forma manual utilizando un zapapico, en el costillar del surco a 0.20 cm entre golpes, posteriormente se procedió al riego con la finalidad de facilitar la germinación y la emergencia de la plántula. Cuya densidad de siembra es 72 Kg. de semilla/ha.

d) Resiembra

Se realizó el 16 de julio del 2008, después de 09 días de la siembra, con la finalidad de corregir las fallas o vacíos en el surco, de aquellas semillas que no tuvieron capacidad de germinación.

e) Biofertilización

La incorporación de nutrientes se efectuó con Biofertilizantes utilizando los microorganismos benéficos adquiridos una de forma casera (MB – PIPG - UNSCH) al 3% y el otro Comercial (MB) al 3%. Los cuales han sido aplicados de forma foliar en diferentes números de aplicaciones:

Para el tratamiento T1 se aplicó el microorganismo casero al 3% a las hojas y a nivel del cuello de la planta, solo por única vez en la siembra y para el tratamiento T5 se aplicó microorganismo comercial al 3% también a las hojas y a nivel del cuello de la planta, solo por única vez en la siembra.

Para el tratamiento T2 se aplicó el MB casero al 3% a las hojas y a nivel del cuello de la planta en 07 aplicaciones cada 10 días después de la siembra hasta la formación del grano, que inició a 71 días después de la siembra. En cambio para el tratamiento T6 se aplicó el MB comercial al 3% a las hojas y a nivel del cuello de la planta en 07 aplicaciones cada 10 días después de la siembra hasta la formación del grano que inició a 71 días.

Para el tratamiento T3 se aplicó el MB casero al 3% a las hojas y a nivel del cuello de la planta en 03 aplicaciones cada 20 días después de la siembra hasta plena floración que inició a 61 días. En cambio para el

tratamiento T7 se aplicó el MB comercial al 3% a las hojas y a nivel del cuello de la planta en 03 aplicaciones cada 20 días después de la siembra hasta plena floración, que también inició a 61 días.

Para el tratamiento T4 se aplicó el MB casero al 3% a las hojas y a nivel del cuello de la planta en 02 aplicaciones cada 30 días después de la siembra hasta plena floración que inició a 61 días. En cambio para el tratamiento T8 se aplicó el MB comercial al 3% a las hojas y a nivel del cuello de la planta en 02 aplicaciones cada 30 días después de la siembra hasta plena floración que inició a 61 días.

En el caso del testigo no se procedió a ninguna fertilización y tampoco la aplicación foliar de los microorganismos benéficos.

f) Riego

Se realizaron 09 riegos desde la siembra hasta la cosecha, los riegos se efectuaron semanalmente hasta el 23 de setiembre, fecha en la cual las vainas empiezan abultarse por el desarrollo progresivo de los granos.

Los riegos se efectuaron periódicamente de acuerdo a la necesidad de la planta, se considera suficiente debido al tipo de suelo que posee Canaán que retiene el agua y con exceso puede llegar a ser perjudicial para el cultivo.

g) Control de malezas

El desmalezado se realizó oportunamente en forma manual utilizando los azadones. La finalidad de esta actividad es para evitar la competencia de nutrientes, luz y agua.

h) Aporque

Esta actividad se efectuó el 14 de agosto del 2008, después de 38 días de la siembra, con ayuda de un azadón, acumulando la tierra a nivel del cuello de la planta para evitar la pudrición de la planta por exceso de humedad.

i) Tutorado

Los tutores se instalaron el 13 de agosto del 2008, después de 37 días después de la emergencia cuando las plantas han emitido los zarcillos. Para el cual se utilizaron palos de 1.50 m de longitud y rafia, distanciados a cada 3 m. Es necesario mencionar que las plantas fueron guiadas continuamente.

j) Control de plagas

Esta actividad se realizó durante el ciclo del cultivo, utilizando un biocida; Cube molido a una dosis de 200 g/20 lt de agua y trampas amarillas impregnadas con manteca vegetal para los pulgones y trips.

La semilla que se adquirió de INIA fue desinfectado con el fungicida químico VITAVAX.

Las enfermedades fungosas de los géneros; *Fusarium sp*, *Pytium sp*, *Rhizotocnia sp* y el *Oídium* del guisante, se acentuaron en la última cosecha.

k) Cosecha

Esta labor se realizó el 27 de setiembre del 2008, a los 79 días después de la siembra, cuando el cultivo presentaba buen porcentaje de vainas llenas, para la cual se procedió a cortar cuidadosamente las vainas de la planta utilizando bolsas para su recolección.

Las condiciones óptimas de cosecha es cuando se verifica el llenado de las vainas y coloración de la planta.

2.10. VARIABLES EVALUADAS

2.10.1. DEL SUELO

a) Contenido de nutrientes en el suelo después de la cosecha.

Finalizada el trabajo de investigación se procedió al análisis químico correspondiente de suelos tratados con microorganismos benéficos de diferentes números de aplicaciones. Para determinar los componentes del suelo se ha utilizado; para pH el potenciómetro de la suspensión suelo: agua a una relación 1:2:5, para materia orgánica se utilizó el método Walkley y Black, oxidación de dicromato de potasio. $\%M.O = \%C \times 1.724$, para Nitrógeno total, el método del semi micro-Kjeldahl, para Fósforo disponible, el método Bray Kurtz I y método de Olsen modificado, extracción con $NaHCO_3 = 0.5M$, pH: 8.5 y para Potasio disponible, extracción con acetato de amonio ($CH_3-COONH_4$) N, pH 7.0.

b) Determinación de la población microbiana del suelo después de la inoculación.

Después de haber culminado el experimento se procedió a extraer muestras de suelo de cada tratamiento, para lo cual se utilizó el método de “zig zag” para recoger la muestra a una profundidad de 20 cm. La finalidad del análisis es para cuantificar el incremento de la población bacteriana y fúngica en suelos aplicados con microorganismo benéfico preparados localmente y con microorganismo benéfico comercial. Se determinó la población microbiológica utilizando las placas Petri esterilizadas, y medios de cultivo a base levadura Manitol Agar (LMA), a una dosis de 10 gr en 100 ml de agua destilada, luego se esterilizó en auto clave por 30 a 60 minutos a 15 lbs de presión, se deja reposar unos días y decantar el sobrenadante (líquido amarillento), posteriormente se esterilizó a la llama de un mechero, asas de kolle, pinzas, antes y después de la siembra. Se Efectuó con la inoculación o siembra de los microorganismos cerca de la llama de un mechero. Se Incubó las placas sembradas en estufa a 20°C por 5 días, después de este periodo se formaron colonias características.

2.10.2. DEL CULTIVO

Precocidad:

a) Días a la floración.- Este parámetro se evaluó días después de la siembra, cuando presentaron más del 50% de las plantas con tres botones florales y que han demostrado con claridad los pétalos y posteriormente se obtuvo el promedio para cada uno de los tratamientos.

b) Días a la cosecha.- Se consideró desde el número de días que transcurrieron desde la siembra hasta que más del 50% de plantas que han presentado vainas de tamaño comercial para ser cosechadas como arveja verde, y se determinó el promedio para cada unidad experimental.

Rendimiento:

a) Número de ramas por planta.- Se realizó el conteo de las ramas de 10 plantas elegidas del surco central de cada unidad experimental. Luego se determinó el promedio para cada tratamiento.

b) Altura de la planta (cm).-La medida fue utilizando una regla graduada a 10 plantas elegidas del surco central de cada tratamiento, desde el cuello de la planta hasta el ápice, después de haber terminado la floración.

c) Número de vainas por planta.- Se contabilizó todas las vainas de las 10 plantas elegidas del surco central, luego se procedió a sacar el promedio general para cada unidad experimental.

d) Longitud de vainas (cm).- Se evaluó la medida de 10 vainas elegidas de las 10 plantas, desde el punto de inserción con el pedúnculo hasta el ápice de la vaina y luego se obtuvo el promedio.

e) **Número de granos por vaina.-** Se procedió a determinar el número de semillas por vaina del total de 10 plantas tomadas del surco central y luego se obtuvo el promedio para cada unidad experimental.

f) **Peso de vainas por planta (kg).-** se obtuvo el peso promedio de las 10 plantas elegidas del surco central, utilizando una balanza.

g) **Peso fresco de 1000 semillas (kg).-** Se obtuvieron muestras de 100 semillas verdes de cada unidad experimental, luego se procedió a estimar para 1000 semillas por el método de la regla de tres simples

h) **Rendimiento de vaina verde por hectárea (tn).-** La cosecha se realizó de los surcos centrales de acuerdo al estado de madurez de la vaina, para luego obtener el rendimiento por unidad experimental. Posteriormente se infirió a una hectárea.

2.11. DETERMINACIÓN DEL MERITO ECONÓMICO

Para la determinación de la rentabilidad de los tratamientos, se utilizó la siguiente fórmula:

$$\%IR = (UTILIDAD NETA / COSTO TOTAL) * 100$$

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. DEL SUELO

3.1.1. Contenido de nutrientes en el suelo después de la cosecha.

Cuadro 3.1. Nutrientes del suelo luego de la inoculación con microorganismos benéficos. Canaán a 2750 msnm. Ayacucho - 2008.

Grado de solubilización de nutrientes del suelo por acción de microorganismos en los distintos tratamientos									
Parámetros	Muestra antes del experimento	MB. Local				MB. Comercial			
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
pH	8.02	7.82	7.71	7.65	7.60	7.69	7.66	7.81	7.63
M.O. (%)	2.05	2.05	2.17	2.42	2.18	2.05	2.17	2.17	1.93
Nt (%)	0.10	0.10	0.11	0.12	0.11	0.10	0.11	0.11	0.09
P ppm disp.	18.13	16.67	15.22	21.46	19.92	21.03	17.70	20.44	21.55
K ppm disp.	62.3	81.10	73.6	116.60	79.00	80.60	66.60	76.30	77.30

En el cuadro 3.1; se observa que el pH del suelo fue moderadamente alcalino antes del experimento y posteriormente el pH por acción de los microorganismos es modificado a ligeramente alcalino, esto se debe, a que la mayor parte de los microorganismos crecen mejor

en torno a un pH de 6.0 a 7.6. En cambio el contenido de materia orgánica se mantuvo en un nivel medio, igual que el nitrógeno total. Mientras tanto el fósforo y potasio disponible en los diferentes tratamientos, es solubilizado mediante la liberación de ácidos orgánicos producido por acción de los microorganismos. En forma general, hubo incremento de nutrientes pero no significativo en los distintos tratamientos.

Coyne (2000), menciona que los microorganismos juegan un papel primordial en la solubilización, la inmovilización y la mineralización. La cantidad de fósforo disuelto en el suelo en cualquier momento varia entre 0.1 y 1 kg por hectárea. Las bacterias que solubilizan activamente el fósforo representan un 10% de la población microbiana del suelo. Se trata fundamentalmente de organismos de la rizosfera, como *Bacillus*, *Micrococcus*, *Mycobacterium* y algunos hongos. Existen tres mecanismos básicos para solubilizar el fósforo mineral y hacer que resulte más disponible: la quelación, la reducción del hierro y la acidificación. Los compuestos orgánicos fabricados por los microorganismos, como el ácido oxálico, puede quelar (unir) Ca^{2+} , Mg^{2+} y Fe^{3+} , desestabilizando así el mineral de fosfato y solubilizando el fósforo. La producción de ácido por parte de los microorganismos disuelve los minerales. De esta manera, los ácidos orgánicos, el ácido nítrico (producido por agentes nitrificantes), el ácido sulfúrico (producido por los tiobacilos) y el ácido carbónico (H_2CO_3) libera fósforo procedente de formas minerales.

Asimismo indica que los hongos más importantes del compost son *Geotrichum*, *Aspergillus* y *Mucor*. Para el presente trabajo, los

microorganismos capturados para elaborar la solución microbiana fueron a partir de una compostera. Según Sanromán (1996), menciona que una de las formas principales para la obtención de ácido cítrico es la utilización de cepas de hongos de *Aspergillus niger*, utilizando como sustrato la melaza de remolacha o melaza de caña. En tal sentido es muy probable que la solución de microorganismos que se utilizó, haya contenido principalmente ácido cítrico; sustancias con altas propiedades solubilizantes, y probablemente hayan influido en la liberación del fósforo.

Delgado (2009), menciona que el potasio es retenido por los constituyentes del suelo, pero solo una parte es soluble y otra gran fracción se fija quedando no intercambiable. Las bacterias de los géneros *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Clostridium* y hongos como *Aspergillus*, *Penicillium* y *Mucor* solubilizan el potasio mediante la liberación de ácidos orgánicos que reaccionan con los minerales que los contienen. Estos microorganismos descomponen minerales de aluminosilicato y liberan parte del potasio contenido en ellos. Según Alexander (1980), indica que la microflora influye sobre el nivel de potasio aprovechable. La cantidad que se libere depende en gran medida del organismo. De este modo, el potasio puede ser solubilizado a partir de biotita, moscovita, microclino, nefelita, leucita, ortoclasa e, indudablemente, un número determinado de otros silicatos.

3.1.2. Determinación de la población microbiana del suelo después de la inoculación.

En el cuadro 3.2 se observa que al aplicar el tratamiento microorganismo local, en número de siete aplicaciones (cada 10 días) la

microflora del suelo incrementó su población en 830000 UFC de bacterias y 6500 UFC de hongos por gramo de suelo, en comparación al microorganismo comercial que con dos aplicaciones (cada 30 días) su población microbiana solo ha alcanzado 720000 UFC de bacteria y 5000 UFC de hongos por gramo de suelo.

En lo que respecta al testigo la población microbiana del suelo resultó inferior a los dos tipos de microorganismos estudiados.

Además se puede deducir que la población bacteriana y fúngica en suelos aplicados con microorganismo benéfico local superó significativamente a los tratamientos preparados con microorganismo benéfico comercial.

Esta diferencia se debe, a que el tratamiento microorganismo local contiene cepas nativas que se presentan en estados resistentes y perduran por largos períodos sin tener actividad metabólica, pero en determinado momento, estas formas nativas proliferan y participan en las funciones bioquímicas. En cambio los microorganismos introducidos pasan por un período de adaptación al nuevo ambiente.

Según Gálvez (2009), reporta un análisis básico realizado de los microorganismos existentes en la solución de MB y del captador de microorganismos (Arroz impregnado de microorganismos), se ha confirmando la existencia de Bacterias en mayor cantidad y Hongos en menor cantidad. Encontró diversas colonias de bacterias las cuales son Gram positivas y Gram negativas, y donde poseen mayormente las

formas cocobacilares y cocos. En los hongos se observó las Hifas y conidias.

Cuadro 3.2. Análisis biológico de los suelos tratados con (MB) en los distintos tratamientos. Canaán a 2750 msnm. Ayacucho – 2008.

Población bacteriana y fúngica en unidades formadoras de colonia por gramo de suelo en los distintos tratamientos.				
Trat	Tipo de microorganismo	Número de aplicaciones	Bacterias UFC/g de suelo	Hongos UFC/g de suelo
T1	MB. Local	01 aplic. solo en la siembra	750 000	3450
T2		07 aplic. a cada 10 días	830 000	6500
T3		03 aplic. a cada 20 días	550 000	2100
T4		02 aplic. a cada 30 días	310 000	3500
T5	MB. Comercial	01 aplic. solo en la siembra	450 000	900
T6		07 aplic. a cada 10 días	155 000	3400
T7		03 aplic. a cada 20 días	450 000	1300
T8		02 aplic. a cada 30 días	720 000	5000
T9 (Testigo)		Sin microorganismos.	90 000	500

UFC/g = unidades formadoras de colonia por gramo de suelo.

Ortiz y Ortiz (1980), menciona que numerosos estudios coinciden que la materia orgánica, es el principal indicador e indudablemente el que posee una influencia más significativa sobre la calidad del suelo y su productividad. La descomposición de la materia orgánica produce CO₂ que forma H₂CO₃ en el suelo. Este aumenta la solubilidad de muchos compuestos del suelo aumentando así el aprovechamiento de nutrientes

Alexander (1980), menciona que las bacterias sobresalen en forma especial debido a que hay muchas poblaciones en un determinado suelo y porque son el grupo más abundante, por lo general más numerosos que los actinomicetos, hongos, algas y protozoarios. Además confirma que haciendo recuentos en placa dan valores en un rango de varios miles hasta de 200 millones de bacterias por gramo de suelo seco.

El tamaño de la comunidad en suelos minerales está relacionado directamente con el contenido de materia orgánica, por lo que en localidades ricas en humos las bacterias son numerosas.

Los hongos no son los habitantes más importantes del suelo, estos sí, aportan una parte significativa de la biomasa debido al gran diámetro de sus filamentos y a la extensa red que forman. En general, son los principales agentes de descomposición en ambientes ácidos. Para realizar una enumeración, se han usado bastante los conteos convencionales de placa, este procedimiento permite cierto grado de cuantificación de la población microbiana en el suelo que varían característicamente desde unos 20,000 hasta 1 000,000 de propágulos fúngicos por gramo de suelo, considerando al propágulo como una espora, una hifa o un fragmento de hifa que sea capaz de dar origen a una colonia.

3.2. DEL CULTIVO

3.2.1. VARIABLES DE PRECOCIDAD

Las variables de precocidad, basados en la evaluación de los estados fenológicos referida al tiempo en días después de la siembra

(n.d.d.s), no muestra diferencia estadística en la fuente de variabilidad por el efecto de los microorganismos. Por tal razón, el análisis de variancia no se justifica y solamente la comparación se da con los promedios dentro de un análisis descriptivo de sus valores.

Los valores tomados están considerados dentro de un rango, ya que esta es una medida estadística.

Cuadro 3.3. Estados fenológicos de la arveja en ndds en los diferentes tratamientos evaluados. Canaán 2750 msnm - Ayacucho 2008.

Trat.	Tipo de microorganismo	Número de aplicaciones	Floración (Más de 50 %)	Cosecha
T1	MB. Local	01 aplic. solo en siembra	59 – 61	79-101
T2		07 aplic. a 10 días	59 – 61	79-101
T3		03 aplic. a 20 días	59 – 61	79-101
T4		02 aplic. a 30 días	59 – 60	79-101
T5	MB. Comercial	01 aplic. solo en siembra	59 – 61	79-101
T6		07 aplic. a 10 días	59 – 61	79-101
T7		03 aplic. a 20 días	59 – 60	79-101
T8		02 aplic. a 30 días	59 – 61	79-101
T9 (Testigo)		Sin microorganismos.	59 -67	83 - 103

a. Días a la floración

En el cuadro 3.3 para días a la floración se observa no significativa entre los tratamientos, es decir la floración ocurre en forma uniforme de 59 a 61 días después de la siembra. El testigo muestra mayor número de días en la floración, comparado con los demás tratamientos queriendo decir que aún no llega a completar su ciclo vegetativo normalmente en ese período promedio de tiempo. Por lo tanto los microorganismos no

influyen en la precocidad del cultivo.

El CIAT (1970), indica que la precocidad de la fase de crecimiento y desarrollo está determinada por la variedad, pero la duración de las fases de crecimiento y desarrollo puede variar en diferentes zonas para una misma variedad, estas, influenciados básicamente por factores climáticos y de características del suelo en que se cultiven.

Evans (1983), señala que con el incremento del área foliar en tamaño y complejidad de las hojas, existe un incremento correspondiente en longitud y diámetro de los entrenudos sucesivos y por consiguiente incrementar la actividad fotosintética.

Velasco (2004), señala que la floración se manifestó a los 74.8, 66.6, 59.8 y 57.3 días en las variedades Usui, Rondo, Blanca local y Remate, respectivamente, y bajo condiciones de Ayacucho a 2 720 msnm. Al comparar con los resultados del cuadro 3.3 se observa que la variedad Remate utilizada en el presente experimento, llegó a la floración, casi en el mismo número de días. Esto nos demuestra que la precocidad se debe básicamente a la carga genética de la variedad, siempre en cuando las condiciones ambientales y de manejo del cultivo son las más adecuadas.

b. Días a la cosecha en verde

En el cuadro 3.3 se observa el número de días a la cosecha en vaina verde, el cual se inicia a 79 días y culmina a 101 días después de la siembra de forma uniforme. Por lo tanto se define que no hay mayor

diferencia por efecto de los microorganismos. Igual al anterior parámetro el testigo tiene mayor número de días en la cosecha, a comparación de los demás tratamientos.

Por lo tanto se deduce que no hay mayor diferencia estadística por el efecto de los microorganismos.

Asimismo podemos decir que la precocidad es una gran ventaja en este cultivo, pues permite la siembra fuera de estación cosechándose cuando el producto es escaso obteniendo mejores utilidades.

La cosecha en verde significa la producción de grano más la vaina, que es el producto que mayormente se comercializa en muchas localidades. La cosecha en verde se realiza antes que llegue al estado de madurez fisiológica.

Manual del cultivo de arveja (2003), señala que la variedad Remate es semi tardía, se cosecha en promedio a los 100 días después de la siembra. Comparando con nuestro resultado podemos decir que la variedad Remate para nuestras condiciones resulto ser precoz por las condiciones de manejo.

Palomino (2008), reporta que la variedad Remate es la más precoz, llegando a cosechar a los 87.7 días después de la siembra. Comparado con los datos obtenidos es similar, encontrándonos dentro del rango.

3.2.2. VARIABLES DE RENDIMIENTO

El cuadro siguiente muestra los cuadrados medios del análisis de variancia para los componentes: número de ramas por planta, altura de

planta (cm), número de vainas por planta y la longitud promedio de vainas (cm). De igual forma, se observa el coeficiente de variación que demuestra buena precisión en la toma o recolección de datos, dando seguridad en los resultados.

Cuadro 3.4. Cuadrados medios del análisis de variancia de los componentes y rendimiento en la arveja variedad Remate. Canaán a 2750 msnm - Ayacucho 2008.

F. Variación	GL	CUADRADO MEDIO			
		N° de Ramas por planta	Altura de planta (cm.)	N° de Vainas por planta	Longitud de vainas (cm.)
Bloques	2	0.03 ns	35.26 *	0.84 *	0.11 **
Microorganismos (M)	1	0.70 **	14.73 ns	0.04 ns	0.0007 ns
Aplicaciones (A)	3	0.42 **	72.27 **	16.80 **	0.22 **
Interacción (A x M)	3	0.03 ns	5.14 ns	1.19 **	0.02 ns
Factorial x Testigo	1	2.14 **	112.67 **	14.00 **	1.23 **
Error	16	0.06	9.40	0.21	0.02
Total	26				
C.V. (%)		13.70	4.71	5.54	1.91

a. Número de ramas por planta

En el cuadro 3.4 del ANVA del número de ramas por planta, se observa alta significación estadística para el efecto de número de aplicaciones y para tipos de microorganismos, con un coeficiente de variación de 13.70%, por lo que se realiza la prueba de Tukey.

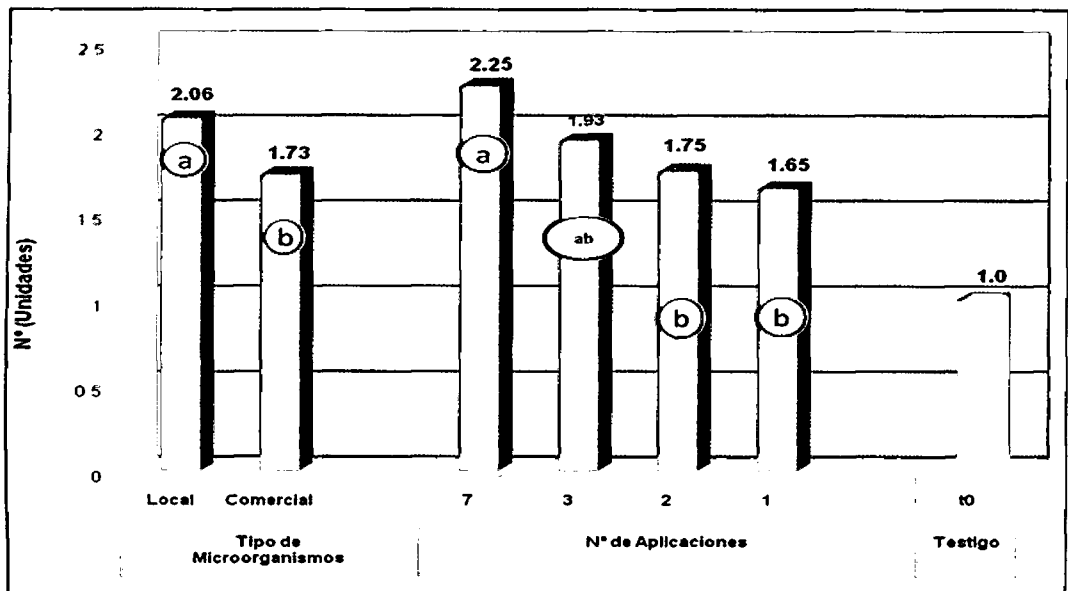


Gráfico 3.1. Prueba de Tukey ($p>0.05$) del número de ramas por planta por el efecto número de aplicaciones con tipos de microorganismos en la arveja variedad Remate. Canaán a 2750 msnm. – Ayacucho 2008 .

El Gráfico 3.1 muestra respuesta significativa al número de aplicaciones en la variable evaluada, la preparación local con 2.06 ramas por planta supera estadísticamente al producto comercial que solo presenta 1.72 ramas por planta.

En lo referente a los microorganismos, donde la aplicación por siete veces durante el período vegetativo de la arveja reporta un valor promedio de 2.25 ramas por planta, superando ligeramente a las demás aplicaciones que mostraron en promedio, con 03 aplicaciones, 1.93 ramas/planta; con 02 aplicaciones, 1.75 ramas por planta y con una sola aplicación, 1.65 ramas por planta.

Todas las comparaciones dentro de microorganismos y de aplicaciones superan estadísticamente al testigo que solamente obtuvo 1 rama por planta en promedio.

Los microorganismos aplicados con mayor frecuencia se activan constantemente para degradar y liberar eficientemente el nutriente disponible para la planta que aplicados una sola vez. Además los microorganismos al ser incorporados sintetizan aminoácidos, ácidos nucleídos, vitaminas, hormonas y otras sustancias bioactivas. El cual mejora el crecimiento y la producción del cultivo, como también incrementando la población de microorganismos beneficiosos en el suelo.

Además el número de ramas por planta representa un potencial productivo que está relacionado estadísticamente con el número de vainas por planta.

Toro (1996), señala que la cantidad de plantas que llega a emitir ramas dependerá básicamente de aspectos genéticos, de la fertilidad de suelo, del abastecimiento hídrico y de la densidad de población. Al utilizar distancias entre hileras de 50 a 70 cm un 30 a 60% de las plantas en los cultivares semitardíos logra producir entre 1.0 y 1.5 ramas basales como promedio; el resto, en tanto, no produce ramas. Al emplear menores distancias entre hileras (20 a 30 cm), se reduce significativamente la cantidad de plantas que logra ramificar. En los cultivares precoces, por otra parte, la producción de ramas es menor (10 a 30% de las plantas), llegando casi a cero al utilizar distancias de 15 a 20 cm entre hileras.

En el presente trabajo de investigación el número de ramas por planta es de 2.25, siendo superior a lo indicado por Toro, (1996). La diferencia se debe al efecto de microorganismos benéficos y suficiente abastecimiento hídrico.

b. Altura de planta (cm)

Al realizar el análisis de varianza de la altura de planta (cuadro 3.4 del ANVA), se observa alta significación estadístico para el efecto de número de aplicaciones, con un coeficiente de variabilidad de 4.71%.

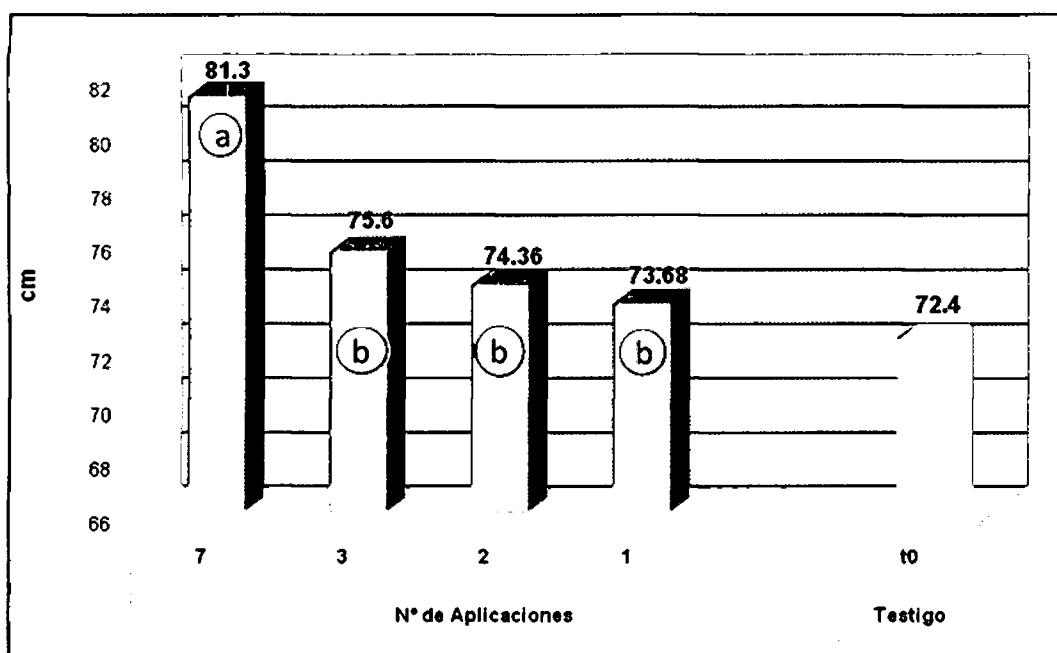


Gráfico 3.2. Prueba de Tukey ($p > 0.05$) de la altura promedio de planta con diferente número de aplicaciones en el cultivo de arveja variedad Remate. Canaán a 2750 msnm. – Ayacucho 2008.

El Gráfico 3.2 muestra que con siete aplicaciones de microorganismos (cada 10 días), la altura de planta en promedio es 81.3 cm y es superior estadísticamente a las demás aplicaciones, es así, que el tratamiento con 02 aplicaciones (cada 30 días) solo obtuvo una altura promedio de planta de 75.6 cm, el tratamiento con 03 aplicaciones (cada 20 días) logró alcanzar altura promedio de planta de 74.36 cm y con el tratamiento de una aplicación (solo en la siembra) se logró alcanzar una altura promedio de 73.68 cm respectivamente, y todas ellas iguales estadísticamente entre sí. Todas ellas superan estadísticamente al testigo

que obtuvo una altura de 72.4 cm.

La diferencia de alturas de plantas encontradas en el presente trabajo se debe mayormente al aumento poblacional de los microorganismos que viven alrededor de las raíces de las plantas e influyen en su crecimiento, y tienen gran importancia para los cultivos agrícolas como las leguminosas. El crecimiento de las plantas es estimulado por estos microorganismos del suelo que ayudan a absorber nutrientes y las protegen o evitan el ataque de microorganismos patógenos.

Faiguenbaun (1993), distingue cultivares de arveja de plantas bajas, determinadas o enrame (0.5 a 0.7 m de altura, intermedias o semi intermedias (0.7 a 1.0 m) y altas o indeterminadas (más de 1.0 metros, pudiendo llegar hasta 3.0 metros), las cuales al comparar con nuestro resultado podemos decir que la variedad Remate son plantas semi determinadas.

Contreras (2002), en su trabajo de investigación, efecto de niveles de nitrógeno, fósforo y del inoculante rizomack en la variedad local en Chincheros a 2900 msnm, como resultado encontró en altura de planta que varían de 1.55 m (40-50-00 kg $N_1P_1I_1$) a 2.26 m (120-100 -00 kg $N_3P_2I_1$), además adhiere 60 kg.ha⁻¹ de K₂O para todo el experimento. De esto podemos deducir que el resultado obtenido es inferior, debido a que el autor ha utilizado fertilizantes en su trabajo, mientras que en la presente investigación solamente se aplicó microorganismos.

Hilario (2009), en su trabajo de investigación, en dos densidad de

las plantas en el rendimiento en vaina verde y cinco variedades en Vinchos a 3220 msnm, reporta; Criolla, Alderman y Remate alcanzarón una mayor altura de planta con 2.12, 1.79 y 1.48 m con densidad de plantas (142 800 plantas/ha) y 1.90, 1.74 y 1.44 m, con la densidad (95 104 plantas/ha). Al comparar con nuestros resultados podemos decir que lo encontrado en la presente investigación es inferior, esto se debería al tipo de suelo y condiciones climáticas.

Rodriguez (2005), en su trabajo en dos métodos de siembra y cuatro variedades de arveja en Canaán a 2750 msnm, reporta 47.85 y 95.30 cm, que corresponden a las variedades Remate, en siembra a surco corrido y Blanca, en siembra por golpe. Al comparar con los resultados obtenidos en la investigación, podemos indicar que la altura obtenida es superior, esto se debería al buen manejo que se brindó durante la etapa de crecimiento y desarrollo y al enrafiado que se practicó en el cultivo.

c. Número de vainas por planta

Al realizar el analisis de variaza para número de vainas por planta (cuadro 3.4 del ANVA), se observa alta significación estadística en número de aplicaciones y significación estadística en la interacción, esto nos conduce a realizar la prueba de los efectos simples y posteriormente la prueba de Tukey. El coeficiente de variabilidad se encuentra dentro de los límites permisibles, el cual es de 5.54 %.

La prueba de los efectos simples en el número de vainas por planta. Se muestra a continuación:

Cuadro 3.5. Cuadro medio de los efectos simples de la interacción de número de aplicaciones y tipo de microorganismos.

FV	GL	CM	Fc	
M en a1	1	0.14	0.63	ns
M en a2	1	2.04	9.57	**
M en a3	1	0.04	0.20	ns
M en a4	1	1.40	6.57	*
A en m1	3	12.47	58.44	**
A en m2	3	5.52	25.87	**
Error	16	0.21		

Al realizar la prueba de Tukey, todas las fuentes de variacion resultaron altamente significativas.

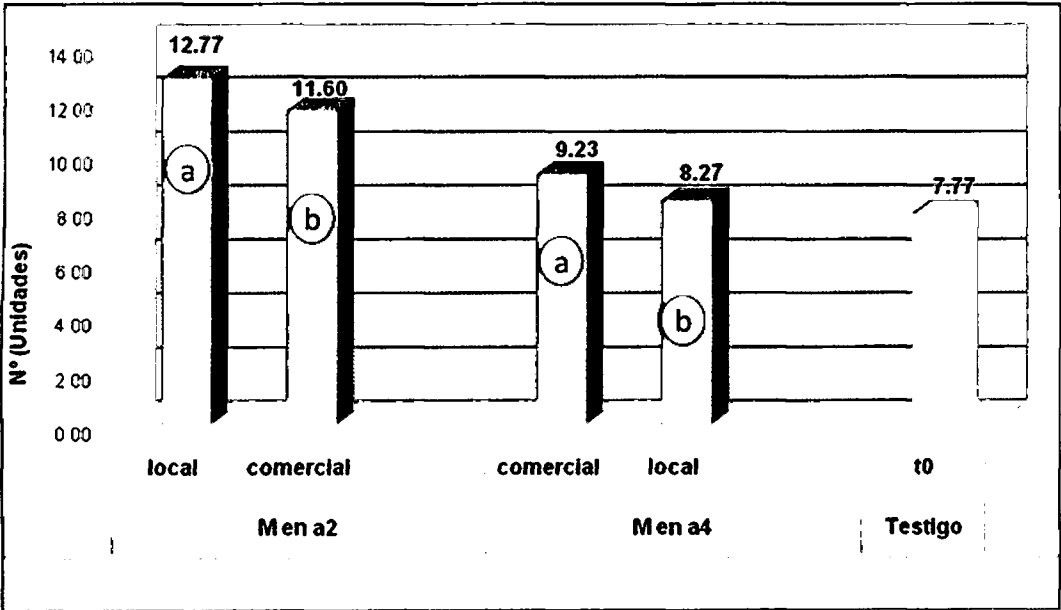


Gráfico 3.3. Prueba de Tukey ($p>0.05$) del número de vainas por planta, de los microorganismos en las aplicaciones en la arveja variedad Remate. Canaán a 2750 msnm – Ayacucho 2008.

El gráfico 3.3 muestra que los microorganismos locales con siete aplicaciones reporta mayor número de vainas (12.7 vainas por planta), que supera estadísticamente a los microorganismos comerciales (11.6 vainas por planta).

En cambio los microorganismos comerciales con tratamiento de 02 aplicaciones (cada 30 días) obtuvo 9.2 vainas por planta, supera estadísticamente a los microorganismos locales que solamente obtuvieron 8.3 vainas por planta.

Los microorganismos con 02 y 07 aplicaciones, tanto locales como comercial, superan al testigo que solamente obtuvo un promedio de 7.7 vainas por planta.

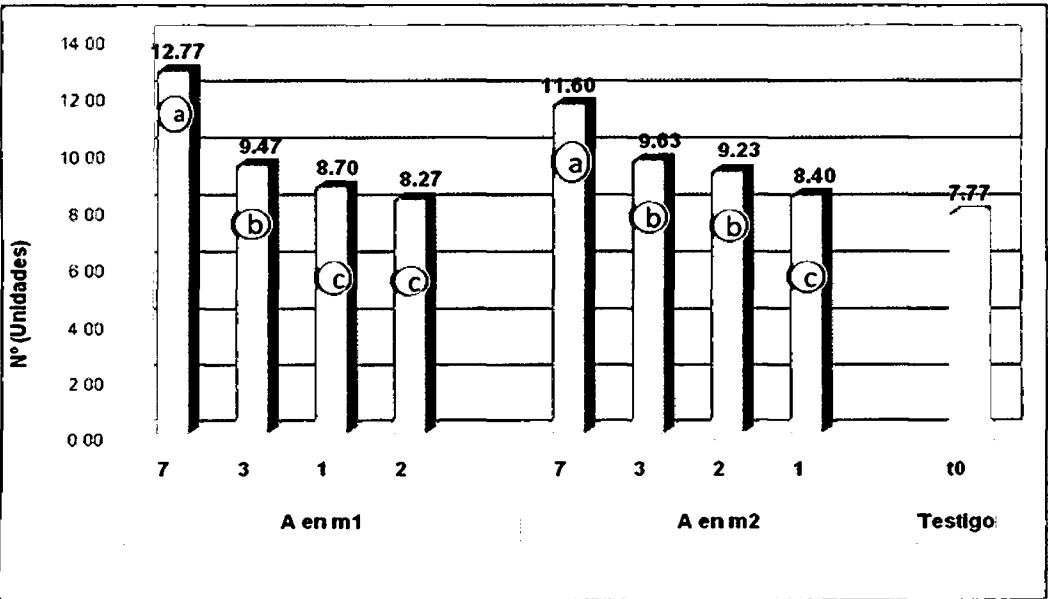


Gráfico 3.4. Prueba de Tukey ($p > 0.05$) del número de vainas por planta, en las diferentes números de aplicaciones con los microorganismos en la arveja variedad Remate. Canaán a 2750 msnm – Ayacucho 2008.

El gráfico 3.4 muestra que para los microorganismos locales, el tratamiento con 07 aplicaciones obtuvo 12.7 vainas por planta, supera

estadísticamente al tratamiento de tres aplicaciones con 9.5 vainas por planta, este a su vez supera estadísticamente a una y dos aplicaciones que obtuvieron 8.7 y 8.3 vainas por planta respectivamente y además son estadísticamente iguales entre sí.

Para los microorganismos comerciales la prueba de Tukey muestra que el tratamiento con 07 aplicaciones con 11.6 vainas por planta, supera ampliamente al tratamiento con tres y dos aplicaciones con 9.6 y 9.2 vainas por planta, respectivamente, e iguales estadísticamente entre si y superando al que obtuvo menor vainas por planta que es el tratamiento con una sola aplicación, con 8.4 vainas por planta.

Al igual que en la anterior comparación, todos los tratamientos superan estadísticamente al testigo que solamente logró alcanzar en promedio 7.7 de vainas por planta.

Las tratamientos con microorganismos realizadas con mayor número de aplicaciones promueven eficientemente la fructificación y maduración por sus efectos hormonales en zonas meristemáticas e incrementa la capacidad fotosintética por medio de un mayor desarrollo foliar.

Además el número de vainas por planta es una variable que esta altamente correlacionado con el rendimiento.

En relacion a estos resultados, Manual de Educación Agropecuaria (1991), indica que el suministro de agua es indispensable durante el período crítico del desarrollo de las plantas, como es el principio de la floración y cuando las vainas empiezan a desarrollarse.

Rodríguez (2005), quien reporta valores de 32.55, 31.18, 30.88, y 22.65 vainas por planta para las variedades de Blanca, Alderman Usui y Remate, respectivamente; es necesario indicar que este autor utilizó como abono de fondo Urea (45% de N), Superfosfato de Calcio (46% de P_2O_5) y Cloruro de Potasio (60% de K_2O) a una dosis de 30-30-70 de NPK. Estos resultados son altos en comparación a los obtenidos en nuestro trabajo, esto se debería al efecto de los fertilizantes sintéticos.

Cabrera (2004), en su trabajo con fertilización biológica en la variedad Remate en Canaán a 2750 msnm, obtuvo rendimientos máximos de 25.60 vainas por planta. Mientras tanto en la presente investigación se obtuvo rendimientos inferiores de 12.7 y 11.6 vainas por planta solo aplicando foliarmente los microorganismos. Sobre esta diferencia, cabe señalar que el autor realizó el trabajo de investigación utilizando *Rhizobium* más fertilización de 00-50-30 NPK cual tuvo mayor efectividad en la fructificación, razón a ello alcanzó mayor número de vaina por planta.

Contreras (2002), en su investigación muestra los resultados que varían de 7.53 (120-50-250 Kg de $N_3P_1I_3$. ha^{-1}) a 13.96 (80-100-00 Kg de $N_2P_2I_1$. ha^{-1}) de vainas por planta. Comparado con nuestros resultados estamos dentro del rango establecido.

Palomino (2003), obtuvo los siguientes resultados para el número de vaina por planta: la variedad Remate con 22.65; Blanco local (criolla), 32.55 y Utrillo con 6.18 vainas por planta, estos resultados son altos en

comparación con nuestro resultado, esto debido posiblemente a que se experimentó en un lugar diferente a la nuestra con diferentes latitud y altitud.

d. Longitud de vaina (cm)

Al desarrollar el análisis de variancia para longitud de vaina (cuadro 3.4), se observa alta significación estadística para el número de aplicaciones de los microorganismos, con un coeficiente de variabilidad de 1.91% que está dentro del rango para trabajos experimentales en campo establecido por Calzada, (1970).

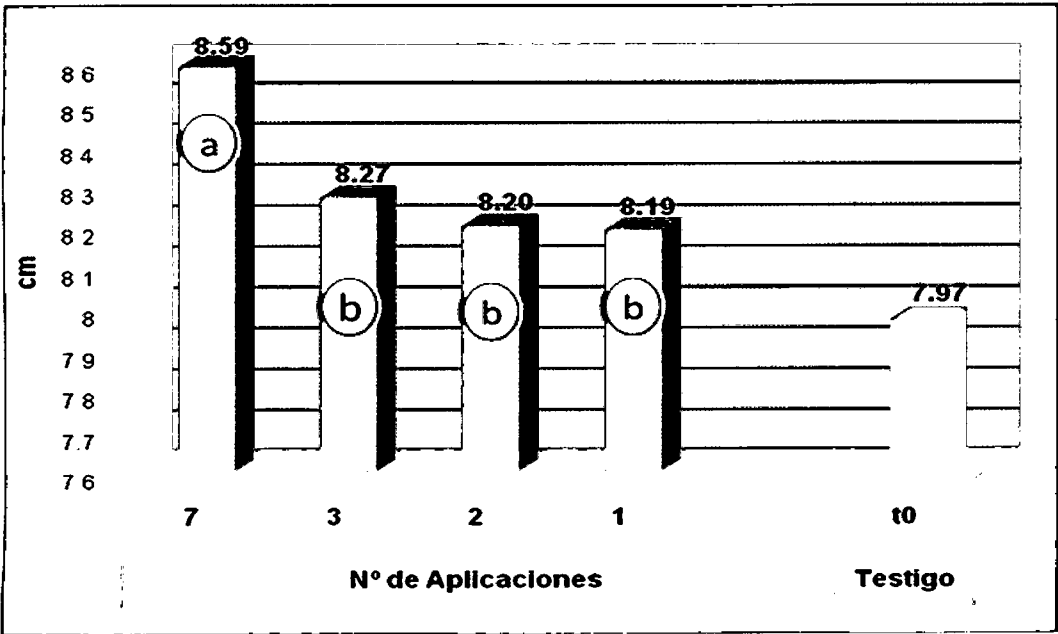


Gráfico 3.5. Prueba de Tukey ($p>0.05$) de la longitud de vaina con diferente número de aplicaciones en el cultivo de arveja variedad Remate. Canaán 2750 msnm – Ayacucho 2008.

En el gráfico 3.5 se observa que el promedio de la longitud de vaina con el tratamiento de siete aplicaciones de microorganismos (cada 10 días) con 8.59 cm de longitud, supera estadísticamente a los demás

tratamientos, los demás tratamientos reportan menor longitud, con 02 aplicaciones (cada 30 días) alcanzan longitud de vaina 8.27 cm, con 03 aplicaciones (cada 20 días) alcanzan longitud de vaina 8.2 cm y con una aplicación (solo en la siembra) alcanza longitud de vaina 8.19 cm, todas estas últimas estadísticamente iguales entre sí. Todas superan al testigo que obtuvo un promedio de 7.97 cm de longitud de vaina.

Rodríguez (2005), en su investigación reporta valores de 7.91, 7.71, 7.51 y 6.92 cm., de longitud de vaina para las variedades Alderman, Remate, Usuy y Blanca, respectivamente. Podemos señalar que nuestro resultado es superior a los resultados encontrados por el autor, esta diferencia se debe al buen manejo que se le brindó durante la conducción del experimento.

Hilario (2009), reporta en su trabajo de investigación obtiene valores que varían de 12.1, 11.7 y 8.7 cm, de longitud de vaina para las variedades Utrillo, Alderman y Remate con densidad (142 800 pltas/ha) y 12.4, 12.1, 9.3 cm con la densidad (95 104 plantas/ha), respectivamente. Por lo que comparando con nuestros datos existe una mínima diferencia con la variedad Remate. Esto demuestra que la longitud de vaina esta dentro de los rangos señalados por este autor.

Jayo (2004), en su trabajo de cuatro cepas de Rhizobium en dos variedades de arveja en invernadero a 2750 msnm, reporta que con el uso de las cepas MC, NPK, TGO, C4, C3 y C2, se obtienen en promedio longitud de vainas de 7.3, 7.3, 6.8, 6.8, 6.8, y 6.7 cm para la variedad super mejorada frente a la variedad Rondo con 4.5 cm en promedio.

Cabe señalar que los resultados encontrados por este autor es menor en comparación con los resultados obtenidos en nuestro trabajo de investigación. Esta diferencia se debe a que plantas aprovechan mejor los rayos solares en campo abierto que en invernadero.

Cuadro 3.6. Cuadrados medios del análisis de variancia de los componentes y rendimiento en la arveja variedad Remate. Canaán a 2750 msnm – Ayacucho 2008.

F. Variación	GL	CUADRADOS MEDIOS			
		Número de Granos por vaina	Peso de vainas por planta (Kg.)	Peso 1000 semillas - verde (gr.)	Rendimiento en vaina verde (tn/ha)
Bloques	2	0.06 ns	11.51 ns	57.00 ns	0.29 ns
Microorganismos (M)	1	1.11 **	38.00 *	368.17 ns	5.29 **
Aplicaciones (A)	3	0.37 **	180.50 **	821.61 **	3.87 **
Interacción (A.M)	3	0.11 ns	7.51 ns	43.83 ns	0.85 **
Factorial x Testigo	1	1.70 **	326.10 **	13920.17 **	20.70 **
Error	16	0.03	7.81	88.00	0.10
Total	26				
C.V. (%)		3.06	4.33	1.81	4.73

El cuadro 3.6 muestra los cuadrados medios del análisis de variancia de los componentes: número de granos por vaina, peso de vainas por planta, peso de 1000 semillas en verde y el rendimiento de vaina verde; en las cuales se observa los grados de significación de las fuentes de variación para cada una de las variables en estudio. El coeficiente de variación muestra una buena precisión, y dentro del rango establecido por Calzada, (1970) para trabajos en campo, dándonos una buena seguridad en los resultados.

e. Número de granos por vaina

Al realizar el análisis de varianza para número de granos por vaina (cuadro 3.6 del ANVA), se observa alta significación estadística para el efecto del número de aplicaciones de los microorganismos probados, alta significación estadística para los diferentes tipos de microorganismos y en las aplicaciones para lo cual se realizó la prueba de Tukey. El coeficiente de variabilidad es de 3.06%.

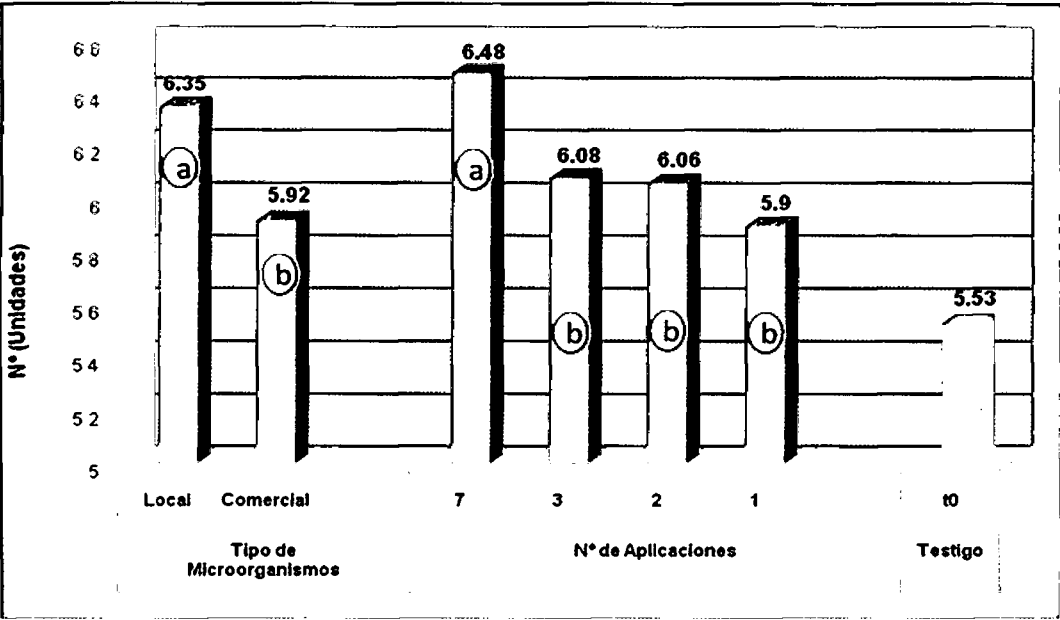


Gráfico 3.6. Prueba de Tukey ($p>0.05$) del número de granos por vaina por el efecto número de aplicaciones con tipos de microorganismos en el cultivo de arveja variedad Remate. Canaán a 2750 msnm – Ayacucho 2008.

El gráfico 3.6 nos muestra una respuesta a la preparación local con 6.35 granos, supera estadísticamente al comercial que solo obtuvo 5.92 granos.

En lo que respecta al microorganismo en el número promedio de granos por vaina, siendo el tratamiento con siete aplicaciones (cada 10 días) durante el periodo vegetativo responde de mejor manera con un

valor de 6.48 granos por vaina, superando estadísticamente a todos los demás tratamientos; como con 03 aplicaciones obtuvo en promedio 6.08 granos, con 02 aplicaciones 6.06 granos y con una aplicación 5.9 granos por vaina, todos estos estadísticamente iguales entre sí.

Para ambos casos todos superan estadísticamente al testigo que obtuvo solamente 5.53 granos por vaina.

Los microorganismos aplicados con mayor frecuencia producen ácidos orgánicos quienes son responsables de hacer soluble una gran porción y liberación de fósforo disponible para la planta. El fósforo desempeña un papel importante en la formación del fruto, por lo tanto de los granos o semillas, donde se acumula en mayor proporción, favorece la floración y fecundación, aumenta el tamaño y la calidad de los granos.

El rango del número de granos por vaina está sujeto a una serie de factores predisponentes, como el porcentaje de autofertilización que se dan en las plantas autógamas. (Mateo, 1961 y Carrillo 1995).

Mateo (1961), señala que no todos los rudimentos seminales se transforman en semilla, bien por no haber sido fecundado o por aborto posterior a la fecundación. El número de granos por vaina depende de la variedad, la ubicación de la legumbre con respecto a la planta, el suelo, etc., sin embargo no suelen exceder de los 10 granos por vaina. Dentro de una misma variedad, las vainas de la parte media de la planta son las que más granos tienen; las variedades precoces poseen menor número de semillas por vaina.

Cabrera (2004), reporta en su trabajo con fertilización biológica en

la variedad Remate en Canaán a 2750 msnm, obtiene en promedio 8.13 de granos por vaina. Mientras en la presente investigación se tuvo resultados inferiores a los encontrados por este autor, esta diferencia podría atribuirse que no se utilizó niveles de fertilización.

Rodríguez (2005), reporta valores de 6.94, 6.50, 5.45, 4.91, granos de vaina para las variedades Remate, Usuy, Alderman y blanca. Si comparamos nuestro resultado podemos decir que los valores obtenidos en la presente investigación están dentro del rango establecido por este autor.

Hilario (2009), reporta valores de 8.6, 8.5, 7.6, 6.9 y 6.1 granos por vaina en promedio para las variedades de Utrillo, Alderman, Remate EP-326 y Criolla, respectivamente. Mientras tanto el resultado obtenido es ligeramente inferior a lo obtenido por este autor. Esta diferencia podría atribuirse a la influencia de las condiciones externas, así como al manejo del cultivo.

Fernández (2008), demuestra que con un volumen de 2,241 (T₂), 2,630(T₁), 3,097(T₃) y 4,544(T₆) y 4100 (T₅) y 3,655 m³ (T₄) de agua por hectárea, logró obtener valores de 5.8, 5.7, 6.0, 6.1, 6.5 y 6.8 granos por vaina. Nuestro resultado en la presente investigación está dentro del rango a lo encontrado por este autor.

f. Peso de vaina por planta (gr)

Al efectuar el análisis de varianza para el peso de vaina por planta (cuadro 3.6 del ANVA), se encontró alta significación estadística para el

efecto del número de aplicaciones de los microorganismos probados, además significación estadística para los diferentes tipos de microorganismos, para lo cual realizamos la prueba de Tukey. El coeficiente de variabilidad de 4.33%.

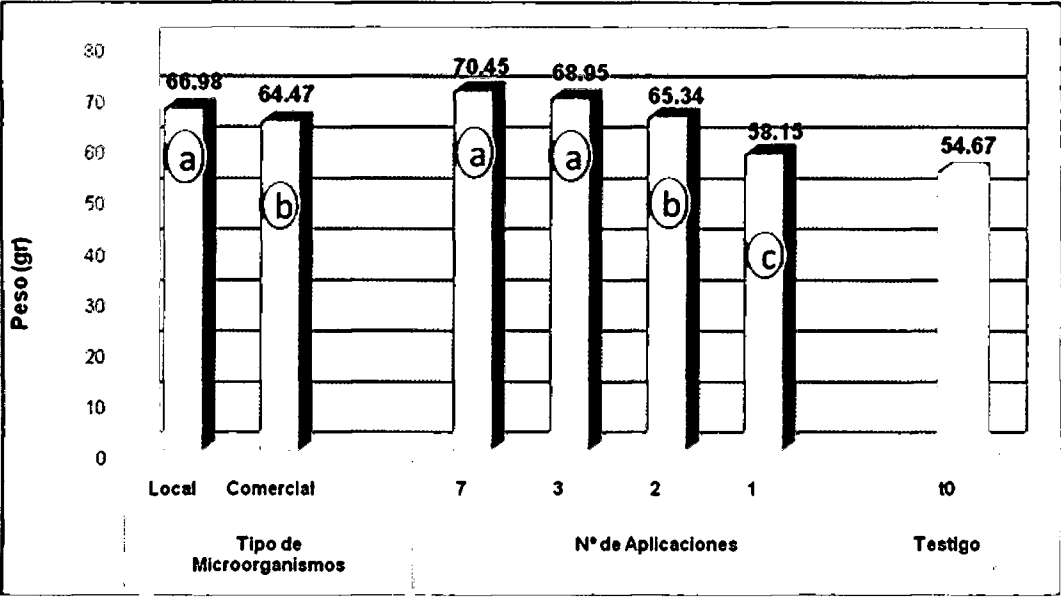


Gráfico 3.7. Prueba de Tukey ($p>0.05$) del peso de vainas por planta por efecto del número de aplicaciones con tipos de microorganismos en el cultivo de arveja variedad Remate. Canaán a 2750 msnm – ayacucho 2008.

El gráfico 3.7 se observa que los microorganismos de preparación local con 66.98 gr supera estadísticamente al comercial que obtuvo 64.47 gr.

En lo que respecta al número de aplicaciones y los tipos de microorganismos evaluados en el peso de vainas por planta. El mejor número de aplicaciones viene a ser 07 aplicaciones con un promedio de 70.45 gr; es estadísticamente igual al tratamiento con 03 aplicaciones con 68.95 gr, estos superan al tratamiento con 02 aplicaciones 65.4 gr y este a su vez supera al tratamiento con una sola aplicación 58.2 gr de peso de

vainas por planta, respectivamente; todos los tratamientos mencionados anteriormente superan en promedio al testigo adicional que obtuvo 54.67 gr.

Esto nos demuestra una positiva interacción entre las cepas de los microorganismos aplicados a mayor número de aplicaciones y la arveja, estos se ven expresadas en el rendimiento de vainas verdes.

Cuando hay un descenso de temperatura, afecta a la planta, originando la formación de vainas retorcidas, conocidas como vaina en “ganchillo” alterando su desarrollo y crecimiento, trayendo como consecuencia un menor número de vainas y número de granos. (Maroto 1986).

Cabrera (2004), en su trabajo con fertilización biológica en la variedad Remate, reporta en promedio 109.83 y 83.63 gr de peso de vaina por planta. En cambio con solo aplicar microorganismos se ha alcanzado en promedio 70.5 y 68.9 gr de peso de vaina por planta, que es inferior a lo encontrado por el autor, esta diferencia se debe que el autor ha utilizado fertilizantes inorgánicos como abono de fondo.

Vega (2001), obtuvo un peso de vaina por planta en promedio de 127.6 y 101.4 gr, para las variedades Alderman y Criolla. Nuestro resultado es inferior a lo encontrado por el autor, esta diferencia se debe probablemente al manejo del cultivo, variedad y al tipo de suelo.

g. Peso de 1000 semillas en grano verdes (gr)

Al realizar el análisis de varianza para el peso de 1000 semillas de

grano verde (cuadro 3.6 del ANVA), se observa alta significación estadística para el efecto del número de aplicaciones. Se obtuvo un coeficiente de variabilidad de 1.81%.

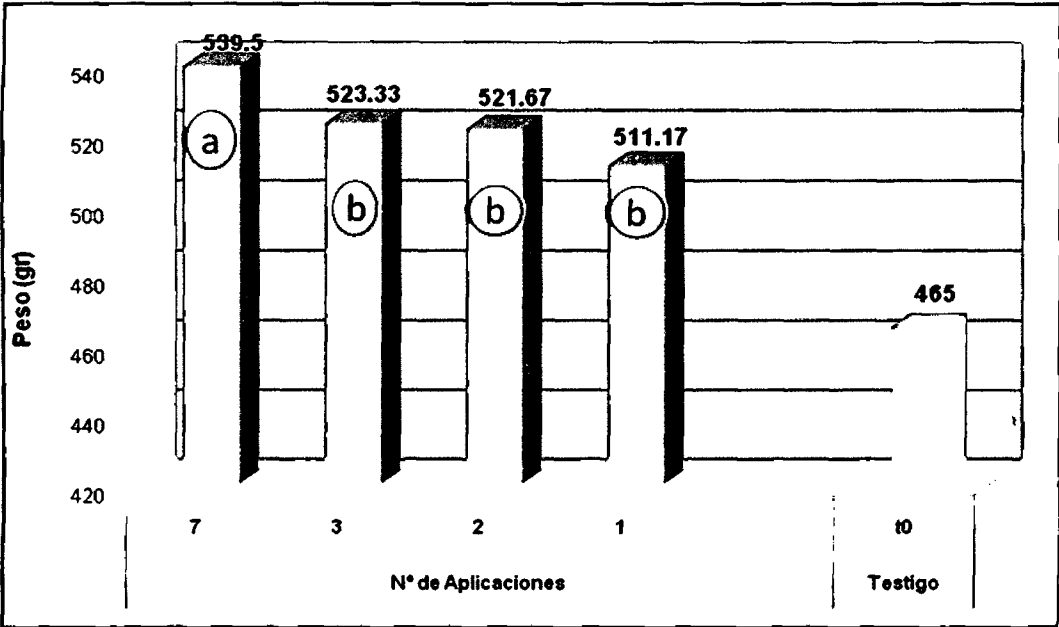


Gráfico 3.8. Prueba de Tukey ($p>0.05$) del peso de 1000 semillas en grano verde por efecto del número de aplicaciones en el cultivo de arveja variedad Remate. Canaán 2750 msnm – Ayacucho 2008.

En el gráfico 3.8 indica que el tratamiento con siete aplicaciones (cada 10 días), se obtuvo mayor peso de 1000 semillas en grano verde obteniendo en promedio 539.5 gr, superando estadísticamente a los demás tratamientos que obtuvieron menores pesos, es así que, con una sola aplicación se obtuvo 523.33 gr, con 03 aplicaciones se obtuvo 521.67 gr y con 02 aplicaciones se obtuvo 511.17 gr de 1000 semillas en grano verde, respectivamente e iguales estadísticamente entre sí. Cabe reiterar que todos los tratamientos con aplicaciones individuales superan estadísticamente al tratamiento testigo que solamente obtuvo como peso de 1000 semillas, 465 gr.

Los microorganismos aplicados a mayor número de veces ayudan a la planta a realizar mejor la fotosíntesis y posteriormente promueven el desarrollo de los granos, asimismo el incremento de peso de 1000 semillas podría atribuirse a la asimilación positiva de nitrógeno. En los últimos periodos vegetativos y cuando forman las semillas, también puede ser influenciado para la cantidad de fósforo absorbido por la planta y que refleja en el proceso de la fructificación.

Los granos verdes dentro de la vaina no han llegado a la madurez fisiológica, ya que si esto ocurre la calidad del grano se pierde, esta característica se puede notar por el cambio de color de grano (amarillento).

Mateo (1961), afirma que depende de la forma como la semilla ha almacenado el almidón en los cotiledones. El almidón se forma en principio como consecuencia de la fotosíntesis, se desdobla posteriormente en dextrina y glucosa.

Huamani (1995), en su trabajo de evaluación del rendimiento en verde y seco de dos ecotipos de arveja en Chahuaybamba a 2980 msnm, reporta, en promedio peso de 1000 semillas en verde para el ecotipo Criollo de Quinoa con 456.522 gr y para el ecotipo Blanco de Vinchos con 443.000 gr, respectivamente. Según el resultado obtenido en la investigación, el peso de 1000 semillas es de 539.5 gr superando a los dos ecotipos reportado por el autor. Este resultado se debe al efecto de los microorganismos benéficos, que ayuda a una mejor fotosíntesis del cultivo, asimismo solubilizan los fosfatos del suelo.

h. Rendimiento de vaina verde (t.ha⁻¹)

El cuadro 3.6, muestra alta significación estadística para el efecto del número de aplicaciones de los microorganismos probados, alta significación estadística para los diferentes tipos de microorganismos y alta significación estadística para la interacción permitiendo analizar en forma simple su análisis combinado de los factores en estudio, para lo cual se realizó el estudio de los efectos simples y luego la prueba de Tukey correspondiente. El coeficiente de variación es de 4.73%.

Cuadro 3.7. Cuadrado medio de los efectos simples de la interacción de número de aplicaciones y tipo de microorganismos.

FV	GL	CM	Fc	
M en a1	1	0.11	1.03	ns
M en a2	1	4.61	44.65	**
M en a3	1	2.95	28.60	**
M en a4	1	0.17	1.61	ns
A en m1	3	4.00	38.75	**
A en m2	3	0.71	6.90	**
Error	16	0.10		

Los efectos simples muestran alta significación en cuatro fuentes de variación para lo cual se realizó la prueba de Tukey.

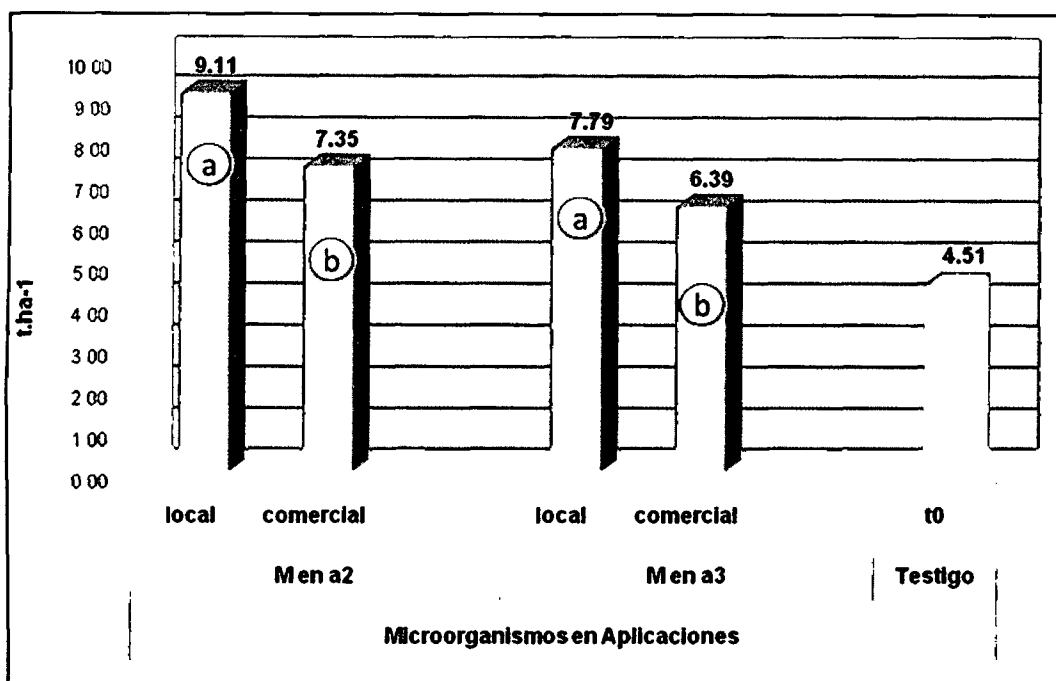


Gráfico 3.9. Prueba de Tukey ($p > 0.05$) para rendimiento de vaina verde ($t.ha^{-1}$) de los microorganismos (M) en las aplicaciones (A) en el cultivo de arveja variedad Remate. Canaán a 2750 msnm – Ayacucho 2008 .

El gráfico 3.9 muestra el rendimiento de vaina verde para los tratamientos con siete aplicaciones el preparado local con $9.11 t.ha^{-1}$ supera estadísticamente a los microorganismos comerciales que solo reportó $7.35 t.ha^{-1}$.

Para los tratamientos con 03 aplicaciones (a3), la prueba de Tukey muestra que los microorganismos de preparación local con $7.79 t.ha^{-1}$ supera estadísticamente a los microorganismos comerciales que solo presentó $6.39 t.ha^{-1}$.

En ambos casos se muestra una clara diferencia estadística en comparación al tratamiento testigo que solamente obtuvo $4.51 t.ha^{-1}$, demostrándose así la efectividad del número de aplicaciones y del tipo de microorganismos en cada tratamiento.

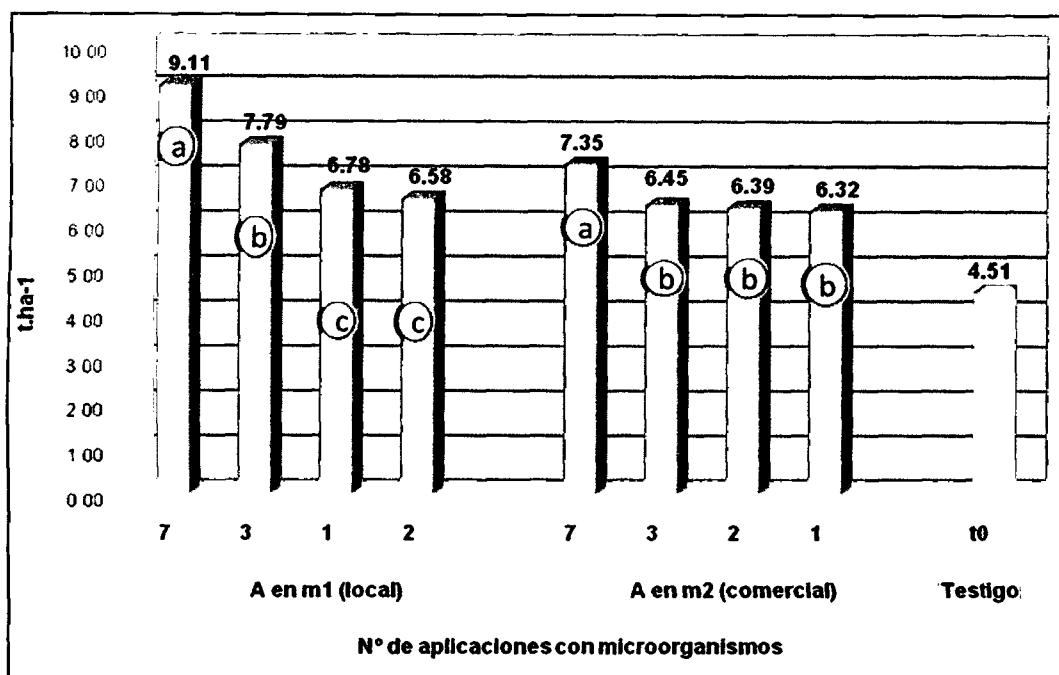


Gráfico 3.10. Prueba de Tukey ($p > 0.05$) para rendimiento de vaina verde ($t.ha^{-1}$) del número de aplicaciones (A) con los microorganismos (M) en el cultivo de arveja variedad Remate. Canaán a 2750 msnm – Ayacucho 2008 .

En el gráfico 3.10 se observa la comparación del número de aplicaciones de microorganismos; tenemos que dentro de los preparados localmente (m1), el tratamiento con siete aplicaciones, con $9.11 t.ha^{-1}$ supera estadísticamente al tratamiento con 03 aplicaciones, con $7.79 t.ha^{-1}$, esta a su vez, supera al tratamiento con una aplicación, con $6.78 t.ha^{-1}$ y dos aplicaciones con $6.58 t.ha^{-1}$, estas dos últimas iguales estadísticamente entre sí.

En los microorganismos comerciales, muestra que el tratamiento con siete aplicaciones con $7.35 t.ha^{-1}$ supera al resto de los tratamientos como con tres aplicaciones con $6.45 t.ha^{-1}$, una aplicación con $6.39 t.ha^{-1}$ y dos aplicaciones con $6.32 t.ha^{-1}$, estas tres últimas estadísticamente iguales entre sí.

Las aplicaciones con microorganismos locales y comerciales, superan estadísticamente al tratamiento testigo que obtuvo 4.51 t.ha^{-1} de rendimiento.

Este rendimiento total por hectárea es inferido de los rendimientos obtenidos por surco y nos refleja más nítidamente la adecuada interacción entre las cepas de los microorganismos y la arveja, especialmente para el tratamiento con siete aplicaciones para los dos tipos de microorganismos.

Además el rendimiento en verde está relacionada a la longitud de vainas, número de granos por vaina y al peso de 1000 semillas verdes.

Tisdale y Nelson (1985), señalan que el potasio desempeña importantes funciones fisiológicas y que la deficiencia de estos elementos reduce gradualmente el rendimiento de los cultivos. Además el potasio desempeña un papel importante en la resistencia a condiciones climáticas desfavorables, principalmente a las heladas. (M.E.A, 1990).

Contreras (2002), como resultado de su trabajo niveles de N,P y del Inoculante Rizomack en Chicheros a 2900 msnm., muestra en rendimiento en vaina verde que varían de 8.18 t.ha^{-1} (120-50-00 kg de $\text{N}_3\text{P}_1\text{I}_1$) a 17.0 t.ha^{-1} (80-100-500 kg de $\text{N}_2\text{P}_2\text{I}_3$) con un promedio de 12.59 t.ha^{-1} . Resultado de mi trabajo de investigación es de 9.11 t/ha con solo utilizar los microorganismos, lo cual indica que está dentro del promedio obtenido por el autor.

Cabrera (2004), en su trabajo fertilización biológica en Canaán a 2750 msnm, reporta en rendimiento de Vaina Verde de 12.07 t.ha^{-1} y 12.03 t.ha^{-1} con una fertilización biológica (Cepa le1 y fertilización 00-50-

30 de NPK) y (Cepa Le104 y fertilización 00-50-30 de NPK), respectivamnete. El resultado obtenido en nuestro trabajo es inferior a lo encontrado por el autor, esto se debe a que el autor utilizó fertilizante inorgánico más Rhizubim en su trabajo.

León (1998), reporta en su trabajo cuatro formulas de abonamiento y tres densidades de siembra en Andahuaylas a 2900 msnm., el rendimiento en vaina verde de 7,187.40 kg.ha⁻¹ con una fórmula de abonamiento de (F1: 125-60-40); 6,979.10 kg.ha⁻¹ con una fórmula de abonamiento de (F2: 62-45-40); 6,124.9 kg.ha⁻¹ con una fórmula de abonamiento (f3: 38-45-40) y un rendimiento bajo de 2,916.50 kg.ha⁻¹ con (F4: 00-00-00) kg de NPK/ha, a una densidad de 333 333 plantas /ha. El resultado obtenido en la presente trabajo es superior a lo que resporta por este autor. Esta diferencia se debe a la efectividad de los microorganismos probadas.

Rodriguez (2005), al estudiar dos métodos de siembra y cuatro variedades en Canaán a 2750 msnm., reporta el rendimiento en vaina Verde de 9.830, 6.963, 6.686 y 5.273 t.ha⁻¹ para las variedades de Alderman, Usuy, Blanca y Remate, con una fórmula de abonamiento de 30-30-70 kg de NPK/ha como abono de fondo. El resultado obtenido en la variedad Remate es 9.10 t/ha, mostrandonos un rendimiento mayor al del autor.

Velasco (2004), en su trabajo en rendimiento de cinco variedades con distintas fromas de manejo en Canaán INIA a 2720 msnm, reporta rendimientos en verde para las variedades siguientes: Remate, 5.29 t/ha;

Blanca local (criolla), 6.58 t/ha, sí comparamos con nuestro resultado observamos que la variedad estudiada logra mayores rendimientos a lo encontrado por el autor. Esta diferencia se debe al buen manejo del cultivo y al efecto de los microorganismos.

Hilario (2009), al estudiar densidad de plantas y cinco variedades en la localidad de Vinchos a 3220 msnm, Distrito de Vinchos, obtiene rendimientos de 12.866; 8.953; 9.010; 6.290; 4.816 kg.ha⁻¹ para las variedades EP-326, Remate, Utrillo, Alderman y Criollo, con una densidad (142 800 pltas/ha) y 12.073; 9.406; 8.613; 7.310; 5.156 kg.ha⁻¹ para las variedades EP-326, Remate, Utrillo, Alderman y Criollo, con una densidad (95104 plantas/ha), respectivamente. El resultado obtenido con la variedad Remate es de 9.10 t/ha y con la misma densidad es superior frente a la variedad Remate estudiado por el autor.

Cubero (1983), señala que los rendimientos varían de acuerdo al tipo de crecimiento del cultivo; tal es así que en variedades de enrame se pueden obtener de 8.0 a 10.0 t/ha y de 3.5 a 5.0 t/ha en variedades enanas. En variedades de semi enrame se puede obtener hasta 12.0 t/ha.

3.3. DETERMINACIÓN DEL MERITO ECONÓMICO

El análisis económico del rendimiento en verde de los tratamientos se presenta en el cuadro 3.8, los mismos que han sido realizados teniendo en cuenta los costos de producción y los ingresos por ventas correspondientes. La mayor rentabilidad se alcanzó con el tratamiento de, microorganismos preparados localmente y con 07 aplicaciones durante el

periodo vegetativo de la arveja, la rentabilidad fue de 291% y en segundo plano se ubica el tratamiento de 03 aplicaciones que reporta 245 % de rentabilidad.

La mayor rentabilidad obtenida en este cultivo se debe básicamente a los precios de venta alcanzados, en vista que la cosecha se efectuó en la temporada fuera de la estación en el mes de setiembre, el precio por kilo de arveja verde se cotizó en 2.50 nuevos soles. Estos resultados nos dan una idea de la alta rentabilidad que se alcanza en los meses de agosto, setiembre y octubre.

Cuadro 3.8. Análisis económico del rendimiento de la arveja en vaina verde. Canaán a 2750 msnm – Ayacucho 2008

Tratamientos	Costo Producción	Rdto kg/ha	Costo Unitario (kg)	Precio de Venta (Kg)	Valor de Venta S/.	Utilidad Bruta S/.	Rentab. %
ML +7 aplicaciones	5821.20	9110.0	0.96	2.50	22775.00	16953.80	291%
ML + 3 aplicaciones	5642.64	7790.0	1.09	2.50	19475.00	13832.36	245%
ML +2 aplicaciones	5598.00	6780.0	1.24	2.50	16950.00	11352.00	203%
ML+ 1 aplicaciones	5553.36	6580.0	1.27	2.50	16450.00	10896.64	196%
MC +7 aplicaciones	5962.32	7350.0	1.22	2.50	18375.00	12412.68	208%
MC + 3 aplicaciones	5703.12	6390.0	1.34	2.50	15975.00	10271.88	180%
MC +2 aplicaciones	5638.32	6450.0	1.31	2.50	16125.00	10486.68	186%
MC + 1 aplicaciones	5573.52	6320.0	1.32	2.50	15800.00	10226.48	183%
Testigo	5508.72	4510.0	1.83	2.50	11275.00	5766.28	105%

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

1. Los tratamientos evaluados no muestran respuesta en las variables de precocidad del cultivo de arveja. Pero sí hubo efecto significativo del microorganismo en las variables de rendimiento.
2. La aplicación de microorganismos preparado en formal local superó significativamente a los microorganismos comerciales que no tuvieron mucha respuesta a las condiciones agroecológicas de Canaán.
3. En las variables número de vaina/planta, longitud promedio de vainas y peso de 1000 semillas verdes existe mayor respuesta a los microorganismos preparados localmente y al tratamiento de siete aplicaciones sobre el cultivo de la arveja en estado vegetativo. Los valores obtenidos fueron: de 12.7 vainas por planta, 8.6 cm de longitud de vainas y peso de 1000 semillas verdes de 539.5 gr.
4. Se obtiene mayor rendimiento en vaina verde con el tratamiento de

siete aplicaciones y con los microorganismos preparados en forma local, al cultivo de la arveja con 9.11 t.ha^{-1} a diferencia de los microorganismos comerciales que rinde 7.35 t.ha^{-1} .

5. El uso del microorganismo local resultó más efectivo, con siete aplicaciones, siendo la población microbiana de 830 000 bacterias y 6500 hongos UFC/g de suelo, a diferencia de que los microorganismos comerciales han sido inferiores en el crecimiento poblacional.
6. La mayor rentabilidad se obtuvo con el tratamiento de microorganismos preparados localmente y con siete aplicaciones al cultivo de la arveja durante el periodo vegetativo. El valor alcanzado fue de 291 %.

4.2 RECOMENDACIONES

1. Se recomienda el uso de microorganismos preparados localmente y realizar siete aplicaciones al cultivo de la arveja durante el período vegetativo.
2. La tecnología de los microorganismos benéficos es una alternativa frente a los fertilizantes industriales y se plantea usar el microorganismo preparado en forma local por su alta rentabilidad económica que se obtuvo durante la campaña agrícola.
3. Repetir el estudio incorporando otros abonos orgánicos.

RESUMEN

La finalidad de esta investigación fue determinar el efecto de los microorganismos benéficos (MB) en el rendimiento de arveja (*Pisum sativum L.*), cuyo experimento se condujo en el Centro Experimental de Canaán a 2 750 msnm – Ayacucho. En dicha investigación se evaluó la aplicación de los microorganismos benéficos, sometidos a distintos número de aplicaciones, 7 veces, 3 veces, 2 veces y 1 sola vez hasta el período de determinar los variables de factor de precocidad y factor de rendimiento. Para la distribución de unidades experimentales y análisis estadístico se utilizó el Diseño Bloque Completamente Randomizado (DBCR) con arreglo factorial 2M X 4A (2 tipos de microorganismos benéficos y 4 formas de aplicación), con 3 repeticiones y un testigo adicional de comparación el que no recibió tratamiento alguno, las cuales han sido distribuidos al azar en el campo experimental. Los resultados se evaluaron mediante el análisis de variancia (ANVA) y subsiguientemente con la prueba de Tukey ($p > 0.05$). Las variables evaluadas fueron del suelo y del cultivo. De los resultados obtenidos se concluye: 1) Los microorganismos benéficos obtenido en la compostera de (PIPG – UNSCH) tiene un efecto solubilizante, cuando entran en contacto con la materia orgánica, secretan sustancias beneficiosas como vitaminas, ácidos orgánicos, minerales, quelatos y antioxidantes. Cambian el micro y macro flora del suelo y mejora el equilibrio natural, de manera que el suelo que causa enfermedades se convierte en suelo que suprime enfermedades. Los efectos antioxidantes promueven la descomposición

de materia orgánica y aumenta el contenido de humus. Esto ayuda a mejorar el crecimiento de la planta y sirve como una excelente herramienta para la producción sostenible en la agricultura orgánica. 2) la aplicación del microorganismo local en forma foliar permite mejorar la producción del cultivo de arveja desde 9.11t/ha en el T2 (07 aplicaciones a cada 10 días), 7.79 t/ha en T3 (03 aplicaciones a cada 20 días), 6.78 en T4 (02 aplicaciones a cada 30 días) y 6.58 t/ha en T1 (una aplicación solo en la siembra). Mientras tanto con microorganismos comerciales se llega a 7.35 t/ha en el T6 (07 aplicaciones a cada 10 días), 6.36 t/ha en T7 (03 aplicaciones a cada 20 días), 6.45 t/ha en T8 (02 aplicaciones a cada 30 días) y 6.32 t/ha en T5 (una aplicación solo en la siembra). 3) La mayor rentabilidad se ha obtenido con el tratamiento de microorganismos preparados localmente y aplicados durante siete veces al cultivo de la arveja durante el período vegetativo. El valor obtenido fue de 291%.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGRICULTURA. El Cultivo de Guisante. 2008. Disponible en: <http://www.infoagro.com/hortalizas/guisantes>. Consultado el 20/10/2008.
2. ALEXANDER, M. 1980. Introducción a la Microbiología del Suelo A.G.T. Editor S.A. México D.F. 420 p.
3. BULLÓN, D. R. O. 1985. Producción y Protección de Cultivos. Editores e Impresores, S. R. L, 1^{ra} Edic. Lima - Perú.
4. CABRERA, H.V. 2004. Fertilización Biológica de Arveja (*Pisum sativum L*) Variedad Remate con *Rhizobium leguminasorum* bv. *Viceae*. Canaán a 2750 msnm. Tesis Ing. Agrónomo. UNSCH. Ayacucho – Perú.
5. CAMARENA, M.A. et al. 2003. Manual del Cultivo de arveja. Universidad Nacional Agraria La Molina, Caritas Diocesana Huancavelica, Fondo Ítalo Peruano., 1ra. Edic. Edit. Agraf S.R.L. Lima – Perú.
6. CALZADA, J. 1970. Métodos Estadísticos para la Investigación. Edit. Jurídica S.A. Lima, Perú, S.A.
7. CATEDRA, IX. 1982. Química del Suelo y los Fertilizantes. 3era. Edición. Universidad Politécnica. Madrid. 127 p.
8. CASSERES, E. 1980. Producción de Hortalizas. Instituto interamericano de ciencias agrarias. 3ra Edic. San José de Costa Rica.

9. CENTRO INTERNACIONAL DE LA AGRICULTURA TROPICAL.
1970. Semilla de buena calidad. Guía de estudio. Colombia.
10. CONTRERAS, R.J. 2002. Efecto de Niveles de N, P, y del Inoculante Rizomack en la Nodulación y Rendimiento de Arveja (*Pisum sativum L*) en Chincheros a 2900 msnm. Apurímac. Tesis Ing. Agrónomo. UNSCH. Ayacucho – Perú.
11. COYNE, M. 2000. Microbiología del Suelo: un Enfoque Exploratorio. Edit. Paraninfo. Madrid - España. 524p.
12. CHUJO, S. L. 2004, ¿Qué es EM? Disponible en Página web:
<http://www.chujos.com/>. Consultado el 20/10/2010.
13. DELGADO, M. 2009. Los Microorganismos del Suelo en la Nutrición Vegetal. Disponible en:
<http://www.oriusbiotecnologia.com/portal/content/view/24/21>. Consultado 15/10/2010.
14. EVANS, I. 1983. Fisiología de los Cultivos. 1ra Edic. Edit. Hemisferio Sur. Buenos Aires – Argentina.
15. FAINGUENBAUM, H. 1990. Morfología, Crecimiento y Desarrollo de la Arveja (*Pisum sativum L.*). Proyecto Docente. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago – Chile.
16. FAIGUENBAUM, H. 1993. El Cultivo de Arveja. En: Producción de Leguminosas Hortícolas y Maíz dulce, P. U. Católica de Chile, Facultad de Agronomía, Depto. de Ciencias Vegetales, Santiago Chile

17. FAO, 2008. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Microorganismos Benéficos, Mineralización del Fósforo, Microorganismos Solubilizadores del Fósforo (MSF). Consultado 15/06/2008. Disponible en su página Web:
http://www.fao.org/ag/agl/agll/ipns/index_es.jsp?term=e045&letter=M
18. FERNANDEZ, Q.L. 2008. Efecto de Seis Volúmenes de Agua en el Rendimiento en Verde de Arveja (*Pisum sativum* L) Variedad Remate en Canaán, 2750 msnm. Tesis Ing. Agrónomo. UNSCH. Ayacucho – Perú.
19. FUNES, F. 2007. Alimentación, Medio Ambiente y Salud: Integrando Conceptos. LEISA Revista de Agroecología. Salud y Agricultura. Vol. 23, Número 3.50 p.
20. GALVEZ, J. 2009. Efecto del Fosfato de Sechura, Incubado en Solución de Microorganismos, en el Rendimiento de Tomate. Tesis Ing. Agrónomo. UNSCH. Ayacucho. 60 p.
21. GALARZA et al. 2004. El Cultivo de la Arveja. Fondo Ítalo Peruano, Caritas Perú, Caritas Huancayo. 1ra Edic. Edit. Grapex Perú
22. HIGA y PARR. 1991. Microorganismos Efectivos (ME o EM), Fundación de Asesorías para el Sector Rural (FUNDASES). Disponible en su página Web:
<http://www.fundases.com/p/em01.html>. Consultado 12/10/2010
23. HIGA, T. 1993. Una Revolución para Salvar la Tierra. Trad. M. del Mar Rivera. Okinawa. Japón. EM Research Organization. 330p.

Disponible en su página Web:<http://www.fundases.com/p/em01.html>.
consultado 12/10/2010.

24. HILARIO, L.L. 2009. Densidad de las Plantas en el Rendimiento en vaina Verde de Cinco Variedades de Arveja (*Pisum sativum L*) en Vinchos a 3220 msnm. Tesis Ing. Agrónomo. UNSCH. Ayacucho – Perú.
25. HUAMANI, P.O. 1995. Evaluación del Rendimiento en Verde y Seco de dos Ecotipos de Arveja (*Pisum Sativum L*). Chahuaybamba a 2980 msnm. Tesis Ing. Agronomo. UNSCH. Ayacucho – Perú.
26. IBAÑEZ. A.R y AGUIRRE. Y. G. 1978. Manual de Fertilidad de Suelo. Ayacucho – Perú.
27. INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACION AGRARIA. 1993. Cultivo de Arvejas en los Suelos de Sur Chico. Serie Folleto 24 – 93. Lima - Perú.
28. JAYO, CH. F. 2003. Efecto de Tres Formas de Fertilización en el rendimiento de Cuatro Variedades de Arveja (*Pisum Sativum L*) en Invernadero a 2750 msnm. Tesis Ing. Agrónomo. UNSCH. Ayacucho – Perú.
29. KAY, D. E. 1979. Leguminosas Alimenticias. Edit. Acribia. S. A. Zaragoza – España.
30. KUPRAT. 2004. Microorganismos Benéficos. Página web de Agua-viva <http://agua-viva.info/es/microorg.htm>. Consultado 15/06/2008.
31. LEON, O. 1 998. Evaluación del Rendimiento en Vaina Verde y Grano Seco de un Tipo de Arveja (*Pisum sativum L.*) con 4

- Formulas de Abonamiento y 3 Densidades de Siembra, con Espaldaderas en Andahuaylas a 2900 msnm. Tesis Ing, Agrónomo, UNSCH. Ayacucho – Perú.
32. MAROTO, J. V. 2000. Horticultura Herbácea Especial. Edic. Mundial – Prensa. 4^{ta} Edit. Madrid – España.
 33. MATEO, B.J. 1961. Leguminosas de Grano. 1^{ra} Edic. Colección Agrícola Salvat. Barcelona – España.
 34. MANUAL AGROPECUARIO, 2002. Tecnologías Orgánicas de la Granja Integral Autosuficientes. Fundación Hogares Juveniles Campesinos. Biblioteca de Campo. 1^{ra} Edit. Bogotá – Colombia.
 35. MANUAL PARA LA EDUCACION AGROPECUARIA, 1990. Suelos Y Fertilización. 2^{da}. Edic. Editorial Trillas- México.
 36. MINAG – DIRECCION REGIONAL DE INFORMACION AGRARIA. 2010. Superficie de Siembra y Cosecha por Campaña Agrícola. Ayacucho – Perú.
 37. Microorganismos Útiles y Efectivos para una Agricultura Sostenible y un Ambiente Saludable. 2010. Disponible en su página Web: <http://www.em-info.es>. Consultado el 31/10/2010.
 38. MANUAL DEL CULTIVO DE ARVEJA. 2003. Caritas Diocesana Huancavelica. UNALM. Fondo Ítalo Peruano. Huancavelica – Perú.
 39. ONERN. 1982. Clasificación de las Tierras en el Perú. Lima, Perú.
 40. ORTIZ, V. & ORTIZ, C. 1980. Edafología. (3a. ed.) Chapingo, México: Imprenta Universitaria-UACH.
 41. PALOMINO, R. J. 2 003. Efecto de tres formas de fertilización, en el

- Rendimiento de cuatro variedades de arveja. (*Pisum sativum* L.).
Tesis de Ing. Agrónomo UNSCH – Ayacucho – Perú.
42. PALOMINO, A.Y. 2008. Evaluación de Seis Variedades de Arveja (*Pisum Sativum* L) en dos Localidades del Distrito de Vinchos. Tesis Ing. Agrónomo. UNSCH. Ayacucho – Perú.
43. PHOELMAN, J. M. 1981. Mejoramiento genético de las cosechas. Tomo I. Edit. Limusa. México.
44. RODRIGUEZ, S. G. 2005. Efecto de Dos Métodos de Siembra en el Rendimiento de Cuatro Variedades de Arveja (*Pisum sativum* L.). Canaán 2 750 msnm. Tesis Ing. Agrónomo, UNSCH. Ayacucho – Perú.
45. S@MCONET. 2010. Sistema de Mercadeo y Comercialización de la Arveja (*Pisum sativum* L.) Variedad Alderman y Rondo. Disponible:<http://www.samconet.pe/productos/producto7/descripcion7.htm>. Consultado el 17/10/2010.
46. SANROMAN, A. 1996. Influencia de la Concentración de Nitrógeno en la Producción de Acido Cítrico por *Aspergillus Niger* Inmovilizado en un Rector de Lecho Fluidizado. Afinidad 53. 462 p.
Disponible en:
[Hpp://www.monografias.com/trabajo17/acido-citrico. Shtm/](http://www.monografias.com/trabajo17/acido-citrico.Shtm/).
47. SUQUILANDA, M. 2001. Curso internacional Sobre Elaboración de Abonos Orgánicos. Corporación PROEXANT. Quito. Página Web:
http://www.pedecafe.com.pe/textos/txt_6.doc. Consultado el 10/06/2008.

48. TISDALE, L. y NELSON, 1985. Fertilidad de los Suelos y Fertilizantes. Edit. Unión Tipográfica Hispano Americano. S.A.- México.
49. TORO, I. 1996. Efecto de distintos espaciamientos entre la hilera en tres cultivares de arveja (*Pisum sativum L.*). Memoria de Título de Ing. Agrónomo. Universidad de Chile, Santiago, Chile. 89 p.
50. VEGA, L.J. 2001. Evaluación del Rendimiento en Vaina de los Sistemas de Siembra a Surco Corrido con Tutoraje y Cola de Buey de 5 Cultivares de Arveja (*Pisum Sativum L.*). Tesis Ing. Agrónomo. UNSCH. Ayacucho – Perú.
51. VELASCO, J. M. 2004. Rendimiento de cinco variedades de arveja (*Pisum sativum L.*), con distintas formas de manejo. Canaán INIA, 2720 m.s.n.m. Tesis de Ing. Agrónomo. Ayacucho – Perú.
52. VELIZ, A. 1 976. Manual de Prácticas de Oleicultura General. UNA La Molina – Perú.

ANEXOS

Cuadro 01: Datos Ordenados de Número de Ramas por Planta

Microorganismos (M)		m1 (local)				m2 (comercial)				Total Bloques
Aplicaciones (A)	Testigo	A1	A2	A3	A4	A1	A2	A3	A4	
I	1.10	1.80	2.40	2.20	1.80	1.70	2.10	1.90	1.50	16.5
II	1.20	2.10	2.00	2.00	2.20	1.60	2.40	1.40	1.50	16.4
III	0.70	1.50	2.60	2.30	1.90	1.20	2.00	1.80	1.60	15.6

Cuadro 02: Datos Ordenados de Altura de Planta (cm)

Microorganismos (M)		m1 (local)				m2 (comercial)				Total Bloques
Aplicaciones (A)	Testigo	A1	A2	A3	A4	A1	A2	A3	A4	
I	70.30	72.50	79.60	77.95	78.55	74.20	82.50	75.60	75.40	686.6
II	80.20	74.50	83.50	74.10	74.50	76.15	81.80	82.50	73.60	700.85
III	66.70	70.10	81.20	65.60	73.30	74.60	79.20	70.40	78.25	659.35

Cuadro 03: Datos Ordenados de Número de Vainas por Planta

Microorganismos (M)		M1				M2				Total Bloques
Aplicaciones (A)	Testigo	A1	A2	A3	A4	A1	A2	A3	A4	
I	8.70	8.30	13.20	9.40	8.70	8.80	12.50	10.00	9.50	89.1
II	7.70	8.80	12.20	9.80	8.10	8.20	11.10	10.00	9.80	85.7
III	6.90	9.00	12.90	9.20	8.00	8.20	11.20	8.90	8.40	82.7

Cuadro 04: Datos Ordenados de Longitud de Vaina (cm)

Microorganismos (M)		m1 (local)				m2 (comercial)				Total Bloques
Aplicaciones (A)	Testigo	A1	A2	A3	A4	A1	A2	A3	A4	
I	7.70	8.20	8.65	8.20	8.25	8.21	8.60	8.19	8.19	74.19
II	8.30	8.10	8.45	8.17	8.10	8.15	8.32	8.35	8.15	74.09
III	7.90	8.35	8.74	8.21	8.38	8.12	8.79	8.50	8.10	75.09

Cuadro 05: Datos Ordenados de Número de Granos por Vaina

Microorganismos (M)		m1(local)				m2(comercial)				Total Bloques
Aplicaciones (A)	Testigo	A1	A2	A3	A4	A1	A2	A3	A4	
I	5.50	6.45	6.70	6.10	6.00	5.55	6.20	6.25	5.80	54.55
II	5.80	6.50	6.80	6.15	6.35	5.80	6.25	5.90	6.10	55.65
III	5.30	5.90	6.70	6.20	6.30	5.20	6.25	5.90	5.80	53.55

Cuadro 06: Datos Ordenados de Peso de Vaina por Planta (gr)

Microorganismos (M)		m1(local)				m2(comercial)				Total Bloques
Aplicaciones (A)	Testigo	A1	A2	A3	A4	A1	A2	A3	A4	
I	50.20	61.80	74.80	67.30	65.00	57.50	71.40	67.20	63.80	579.0
II	58.10	62.90	73.30	68.30	68.20	56.80	69.20	69.70	64.80	591.3
III	55.70	55.40	70.80	72.40	63.60	54.50	63.20	68.80	66.70	571.1

Cuadro 07: Datos Ordenados de Peso de 1000 Semillas verdes (kg)

Microorganismos (M)		m1(local)				m2(comercial)				Total Bloques
Aplicaciones (A)	Testigo	A1	A2	A3	A4	A1	A2	A3	A4	
I	475.00	530.00	552.00	520.00	525.00	525.00	530.00	535.00	515.00	4707
II	465.00	530.00	540.00	530.00	515.00	520.00	530.00	510.00	500.00	4640
III	455.00	525.00	540.00	515.00	512.00	510.00	545.00	520.00	500.00	4622

Cuadro 08: Datos Ordenados de Rendimiento de Vaina Verde (t.ha⁻¹)

Microorganismos (M)		m1(local)				m2(comercial)				Total Bloques
Aplicaciones (A)	Testigo	A1	A2	A3	A4	A1	A2	A3	A4	
I	4.23	6.20	8.56	7.88	6.45	6.05	7.58	6.58	6.70	60.23
II	4.50	6.80	9.63	7.95	6.80	6.80	7.28	6.78	6.40	62.94
III	4.80	6.75	9.13	7.54	7.10	6.10	7.20	5.80	6.25	60.67

Cuadro 09 Costo de Producción de una hectárea de arveja en vaina verde, variedad Remate, con un periodo vegetativo de 103 días, tratamiento testigo. Canaán a 2750 msnm – Ayacucho 2008.

Item	Descripción	Metrado			Precio Unit. S/.	Costo Par. S/.	Total S/.
		Und	Cant	N° de veces			
A	COSTOS DIRECTOS						
1.0.0	MANO DE OBRA						4590.60
1.1.0	PREPARACIÓN DE TERRENO						310.00
1.1.1	Limpieza y riego de machaco	Jornal	2.0	1.0	15.0	30.0	
1.1.2	Roturado o aradura	H/M	4.0	1.0	35.0	140.0	
1.1.3	Cruza o desterronado	H/M	2.0	1.0	35.0	70.0	
1.1.4	Surcado de terreno	H/M	2.0	1.0	35.0	70.0	
1.2.0	SIEMBRA Y APLICACIÓN DE BIOFERTILIZANTE						375.00
1.2.1	Siembra	Jornal	25.0	1.0	15.0	375.0	
1.3.0	LABORES CULTURALES						1425.00
1.3.1	Riego	Jornal	1.0	9.0	15.0	135.0	
1.3.2	Deshierbo	Jornal	12.0	2.0	15.0	360.0	
1.3.3	Habilitación de trampas amarillas	Jornal	6.0	1.0	15.0	90.0	
1.3.4	Instalación de trampas amarillas	Jornal	2.0	1.0	15.0	30.0	
1.3.5	Control fitosanitario con cube	Jornal	1.0	4.0	15.0	60.0	
1.3.6	Plantado de tutores	Jornal	15.0	1.0	15.0	225.0	
1.3.7	Tendido de rafias	Jornal	6.0	3.0	15.0	270.0	
1.3.8	Aporque	Jornal	17.0	1.0	15.0	255.0	
1.4.0	COSECHA						375.00
1.4.1	Primer cosecha	Jornal	8.0	1.0	15.0	120.0	
1.4.2	Segunda cosecha	Jornal	9.0	1.0	15.0	135.0	
1.4.3	Tercera cosecha	Jornal	8.0	1.0	15.0	120.0	
1.5.0	ALQUILER DE EQUIPO						90.00
1.5.1	Mochila Fumigadora	Flete	1.0	2.0	10.0	20.0	
1.5.2	Análisis de suelo	Muest	1.0	1.0	70.0	70.0	
1.6.0	MATERIALES E INSUMOS						1915.60
1.6.1	Semilla de arveja Var. Remate	kg	72.0	1.0	8.4	604.80	
1.6.2	Plástico amarillo	M	150.0	1.0	0.8	120.00	
1.6.3	Manteca vegetal	Kg	11.0	1.0	5.9	64.90	
1.6.4	Cube molida	Kg	10.0	1.0	12.0	120.00	
1.6.5	Postes para tutorado (puesto en chacra)	Unid	1353.0	1.0	0.3	405.90	
1.6.6	Rafia	Cono	60.0	1.0	10.0	600.00	
1.7.0	OTROS						100.00
1.7.1	Transporte de insumos	Glb	1.0	1.0	100.0	100.0	
B.	COSTOS INDIRECTOS						
2.1	Asistencia técnica 5%						229.53
2.2	Gastos administrativo 10%						459.06
2.3	Imprevistos 5%						229.53
	RESUMEN						
A.	COSTOS DIRECTOS						4590.60
B.	COSTOS INDIRECTOS						918.12
	TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCION POR HECTAREA						5508.72

Cuadro 10 Costo de Producción de una hectárea de arveja en vaina verde variedad Remate, tratamiento (T1) aplicado con microorganismo local solo en la siembra. Canaán a 2750 msnm - Ayacucho 2008.

Item	DESCRIPCION	Metrado			Precio Unid. S/.	Costo Parcial S/.	Total S/.
		Und	Cant.	N° de veces			
A	COSTOS DIRECTOS						
1.0.0	MANO DE OBRA						4627.80
1.1.0	PREPARACION DE TERRENO						310.00
1.1.1	Limpieza y riego de machaco	Jornal	2.0	1.0	15.0	30.0	
1.1.2	Roturado o aradura	H/M	4.0	1.0	35.0	140.0	
1.1.3	Cruza o desterronado	H/M	2.0	1.0	35.0	70.0	
1.1.4	Surcado de terreno	H/M	2.0	1.0	35.0	70.0	
1.2.0	SIEMBRA Y APLICACIÓN DE BIOFERTILIZANTE						375.00
1.2.1	Siembra	Jornal	25.0	1.0	15.0	375.0	
1.3.0	LABORES CULTURALES						1455.00
1.3.1	Aplicación de MB- Local	jornal	2	1	15	30	
1.3.2	Riego	Jornal	1.0	9.0	15.0	135.0	
1.3.3	Deshierbo	Jornal	12.0	2.0	15.0	360.0	
1.3.4	Habilitación de trampas amarillas	Jornal	6.0	1.0	15.0	90.0	
1.3.5	Instalación de trampas amarillas	Jornal	2.0	1.0	15.0	30.0	
1.3.6	Control fitosanitario con cube	Jornal	1.0	4.0	15.0	60.0	
1.3.7	Plantado de tutores	Jornal	15.0	1.0	15.0	225.0	
1.3.8	Tendido de rafias	Jornal	6.0	3.0	15.0	270.0	
1.3.9	Aporque	Jornal	17.0	1.0	15.0	255.0	
1.4.0	COSECHA						375.00
1.4.1	Primer cosecha	Jornal	8.0	1.0	15.0	120.0	
1.4.2	Segunda cosecha	Jornal	9.0	1.0	15.0	135.0	
1.4.3	Tercera cosecha	Jornal	8.0	1.0	15.0	120.0	
1.5.0	ALQUILER DE EQUIPO						90.00
1.5.1.	Mochila Fumigadora	Flete	1.0	2.0	10.0	20.0	
1.5.2.	Análisis de suelo	Muest.	1.0	1.0	70.0	70.0	
1.6.0	MATERIALES E INSUMOS						1922.80
1.6.1	Semilla de arveja Var. Remate	kg	72.0	1.0	8.4	604.8	
1.6.2	Preparado de MB- Local(PIPG - UNSCH)	Litros	0.6	1.0	12.0	7.2	
1.6.3	Plástico amarillo	M	150.0	1.0	0.8	120.0	
1.6.4	Manteca vegetal	Kg	11.0	1.0	5.9	64.9	
1.6.5	Harina de cube	Kg	10.0	1.0	12.0	120.0	
1.6.6	Postes para tutorado (puesto en chacra)	Unid	1353.0	1.0	0.3	405.9	
1.6.7	Rafia	Cono	60.0	1.0	10.0	600.0	
1.7.0	OTROS						100.00
1.7.1	Transporte de insumos	Glb	1.0	1.0	100.0	100.0	
B.	COSTOS INDIRECTOS						
2.1	Asistencia técnica 5%						231.39
2.2	Gastos administrativo 10%						462.78
2.3	Imprevistos 5%						231.39
	RESUMEN						
A.	COSTOS DIRECTOS						4627.8
B.	COSTOS INDIRECTOS						925.56
	TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCION POR HECTAREA						5553.36

Cuadro 11 Costo de Producción de una hectárea de arveja en vaina verde variedad Remate, tratamiento (T2) con microorganismo local de 07 aplicaciones cada 10 días. Canaán a 2750 msnm – Ayacucho 2008.

Item	DESCRIPCION	Metrado			Precio Unit. S/.	Costo Parcial S/.	Total S/.
		Und	Cant.	N° de veces			
A	COSTOS DIRECTOS						
1.0.0	MANO DE OBRA						4851.00
1.1.0	PREPARACION DE TERRENO						310.00
1.1.1	Limpieza y riego de machaco	Jornal	2.0	1.0	15.0	30.0	
1.1.2	Roturado o aradura	H/M	4.0	1.0	35.0	140.0	
1.1.3	Cruza o desterronado	H/M	2.0	1.0	35.0	70.0	
1.1.4	Surcado de terreno	H/M	2.0	1.0	35.0	70.0	
1.2.0	SIEMBRA Y APLICACIÓN DE BIOFERTILIZANTE						375.00
1.2.1	Siembra	Jornal	25.0	1.0	15.0	375.0	
1.3.0	LABORES CULTURALES						1635.00
1.3.1	Aplicación de MB- Local	jornal	2.0	7.0	15.0	210	
1.3.2	Riego	Jornal	1.0	9.0	15.0	135.0	
1.3.3	Deshierbo	Jornal	12.0	2.0	15.0	360.0	
1.3.4	Habilitación de trampas amarillas	Jornal	6.0	1.0	15.0	90.0	
1.3.5	Instalación de trampas amarillas	Jornal	2.0	1.0	15.0	30.0	
1.3.6	Control fitosanitario con cube	Jornal	1.0	4.0	15.0	60.0	
1.3.7	Plantado de tutores	Jornal	15.0	1.0	15.0	225.0	
1.3.8	Tendido de rafias	Jornal	6.0	3.0	15.0	270.0	
1.3.9	Aporque	Jornal	17.0	1.0	15.0	255.0	
1.4.0	COSECHA						375.00
1.4.1	Primer cosecha	Jornal	8.0	1.0	15.0	120.0	
1.4.2	Segunda cosecha	Jornal	9.0	1.0	15.0	135.0	
1.4.3	Tercera cosecha	Jornal	8.0	1.0	15.0	120.0	
1.5.0	ALQUILER DE EQUIPO						90.00
1.5.1	Mochila Fumigadora	Flete	1.0	2.0	10.0	20.0	
1.5.2	Análisis de suelo	Muestra	1.0	1.0	70.0	70.0	
1.6.0	MATERIALES E INSUMOS						1966.00
1.6.1	Semilla de arveja Var. Remate	kg	72.0	1.0	8.4	604.8	
1.6.2	Preparado de MB- Local(PIPG - UNSCH)	Litros	4.2	1.0	12.0	50.4	
1.6.3	Plástico amarillo	M	150.0	1.0	0.8	120.0	
1.6.4	Manteca vegetal	Kg	11.0	1.0	5.9	64.9	
1.6.5	Harina de cube	Kg	10.0	1.0	12.0	120.0	
1.6.6	Postes para tutorado (puesto en chacra)	Unid	1353.0	1.0	0.3	405.9	
1.6.7	Rafia	Cono	60.0	1.0	10.0	600.0	
1.7.0	OTROS						100.00
1.7.1	Transporte de insumos	Glb	1.0	1.0	100.0	100.0	
B.	COSTOS INDIRECTOS						
2.1	Asistencia técnica 5%						242.55
2.2	Gastos administrativo 10%						485.10
2.3	Imprevistos 5%						242.55
	RESUMEN						
A.	COSTOS DIRECTOS						4851.00
B.	COSTOS INDIRECTOS						970.20
	TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCION POR HECTAREA						5821.20

Cuadro 13 Costo de Producción de una hectárea de arveja en vaina verde variedad Remate, tratamiento (T3) con microorganismo local de 03 aplicaciones cada 20 días. Canaán a 2750 msnm – Ayacucho 2008.

Item	DESCRIPCION	Metrado			Precio Unit. S/.	Costo Parcial S/.	Total S/.
		Und	Cant.	N° de veces			
A	COSTOS DIRECTOS						
1.0.0	MANO DE OBRA						4702.20
1.1.0	PREPARACION DE TERRENO						310.00
1.1.1	Limpieza y riego de machaco	Jornal	2.0	1.0	15.0	30.0	
1.1.2	Roturado o aradura	H/M	4.0	1.0	35.0	140.0	
1.1.3	Cruza o desterronado	H/M	2.0	1.0	35.0	70.0	
1.1.4	Surcado de terreno	H/M	2.0	1.0	35.0	70.0	
1.2.0	SIEMBRA Y APLICACIÓN DE BIOFERTILIZANTE						375.00
1.2.1	Siembra	Jornal	25.0	1.0	15.0	375.0	
1.3.0	LABORES CULTURALES						1515.00
1.3.1	Aplicación de MB- Local	jornal	2.0	3.0	15.0	90.0	
1.3.2	Riego	Jornal	1.0	9.0	15.0	135.0	
1.3.3	Deshierbo	Jornal	12.0	2.0	15.0	360.0	
1.3.4	Habilitación de trampas amarillas	Jornal	6.0	1.0	15.0	90.0	
1.3.5	Instalación de trampas amarillas	Jornal	2.0	1.0	15.0	30.0	
1.3.6	Control fitosanitario con cube	Jornal	1.0	4.0	15.0	60.0	
1.3.7	Plantado de tutores	Jornal	15.0	1.0	15.0	225.0	
1.3.8	Tendido de rafias	Jornal	6.0	3.0	15.0	270.0	
1.3.9	Aporque	Jornal	17.0	1.0	15.0	255.0	
1.4.0	COSECHA						375.00
1.4.1	Primer cosecha	Jornal	8.0	1.0	15.0	120.0	
1.4.2	Segunda cosecha	Jornal	9.0	1.0	15.0	135.0	
1.4.3	Tercera cosecha	Jornal	8.0	1.0	15.0	120.0	
1.5.0	ALQUILER DE EQUIPO						90.00
1.5.1	Mochila Fumigadora	Flete	1.0	2.0	10.0	20.0	
1.5.2	Análisis de suelo	Muestra	1.0	1.0	70.0	70.0	
1.6.0	MATERIALES E INSUMOS						1937.20
1.6.1	Semilla de arveja Var. Remate	kg	72.0	1.0	8.4	604.8	
1.6.2	Preparado de MB- Local(PIPG - UNSCH)	Litros	1.8	1.0	12.0	21.6	
1.6.3	Plástico amarillo	M	150.0	1.0	0.8	120.0	
1.6.4	Manteca vegetal	Kg	11.0	1.0	5.9	64.9	
1.6.5	Harina de cube	Kg	10.0	1.0	12.0	120.0	
1.6.6	Postes para tutorado (puesto en chacra)	Unid	1353.0	1.0	0.3	405.9	
1.6.7	Rafia	Cono	60.0	1.0	10.0	600.0	
1.7.0	OTROS						100.00
1.7.1	Transporte de insumos	Glb	1.0	1.0	100.0	100.0	
B.	COSTOS INDIRECTOS						
2.1	Asistencia técnica 5%						235.11
2.2	Gastos administrativo 10%						470.22
2.3	Imprevistos 5%						235.11
	RESUMEN						
A.	COSTOS DIRECTOS						4702.2
B.	COSTOS INDIRECTOS						940.44
	TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCION POR HECTAREA						5642.64

Cuadro 14 Costo de Producción de una hectárea de arveja en vaina verde, tratamiento (T4) con microorganismo local de 02 aplicaciones cada 30 días. Canaán 2750 a msnm – Ayacucho 2008.

Item	DESCRIPCION	Medrado			Precio Unit. S/.	Costo Parcial S/.	Total S/.
		Und	Cant.	N° de veces			
A	COSTOS DIRECTOS						
1.0.0	MANO DE OBRA						4665.00
1.1.0	PREPARACION DE TERRENO						310.00
1.1.1	Limpieza y riego de machaco	Jornal	2.0	1.0	15.0	30.0	
1.1.2	Roturado o aradura	H/M	4.0	1.0	35.0	140.0	
1.1.3	Cruza o desterronado	H/M	2.0	1.0	35.0	70.0	
1.1.4	Surcado de terreno	H/M	2.0	1.0	35.0	70.0	
1.2.0	SIEMBRA Y APLICACIÓN DE BIOFERTILIZANTE						375.00
1.2.1	Siembra	Jornal	25.0	1.0	15.0	375.0	
1.3.0	LABORES CULTURALES						1485.00
1.3.1	Aplicación de MB- Local	jornal	2.0	2.0	15.0	60.0	
1.3.2	Riego	Jornal	1.0	9.0	15.0	135.0	
1.3.3	Deshierbo	Jornal	12.0	2.0	15.0	360.0	
1.3.4	Habilitación de trampas amarillas	Jornal	6.0	1.0	15.0	90.0	
1.3.5	Instalación de trampas amarillas	Jornal	2.0	1.0	15.0	30.0	
1.3.6	Control fitosanitario con cube	Jornal	1.0	4.0	15.0	60.0	
1.3.7	Plantado de tutores	Jornal	15.0	1.0	15.0	225.0	
1.3.8	Tendido de rafias	Jornal	6.0	3.0	15.0	270.0	
1.3.9	Aporque	Jornal	17.0	1.0	15.0	255.0	
1.4.0	COSECHA						375.00
1.4.1	Primer cosecha	Jornal	8.0	1.0	15.0	120.0	
1.4.2	Segunda cosecha	Jornal	9.0	1.0	15.0	135.0	
1.4.3	Tercera cosecha	Jornal	8.0	1.0	15.0	120.0	
1.5.0	ALQUILER DE EQUIPO						90.00
1.5.1	Mochila Fumigadora	Flete	1.0	2.0	10.0	20.0	
1.5.2	Análisis de suelo	Muest	1.0	1.0	70.0	70.0	
1.6.0	MATERIALES E INSUMOS						1930.00
1.6.1	Semilla de arveja Var. Remate	kg	72.0	1.0	8.4	604.8	
1.6.2	Preparado de MB- Local(PIPG - UNSCH)	Litros	1.2	1.0	12.0	14.4	
1.6.3	Plástico amarillo	M	150.0	1.0	0.8	120.0	
1.6.4	Manteca vegetal	Kg	11.0	1.0	5.9	64.9	
1.6.5	Harina de cube	Kg	10.0	1.0	12.0	120.0	
1.6.6	Postes para tutorado (puesto en chacra)	Unid	1353.0	1.0	0.3	405.9	
1.6.7	Rafia	Cono	60.0	1.0	10.0	600.0	
1.7.0	OTROS						100.00
1.7.1	Transporte de insumos	Glb	1.0	1.0	100.0	100.0	
B.	COSTOS INDIRECTOS						
2.1	Asistencia técnica 5%						233.25
2.2	Gastos administrativo 10%						466.5
2.3	Imprevistos 5%						233.25
	RESUMEN						
A.	COSTOS DIRECTOS						4665.00
B.	COSTOS INDIRECTOS						933.00
	TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCION POR HECTAREA						5598.00

Cuadro 15 Costo de Producción de una hectárea de arveja en vaina verde, tratamiento (T5) con microorganismo comercial solo aplicado en la siembra. Canaán a 2750 msnm – Ayacucho 2008.

Item	DESCRIPCION	Metrado			Precio Unitario S/.	Costo Parcial S/.	Total S/.
		Und	Cant.	N° de veces			
A	COSTOS DIRECTOS						
1.0.0	MANO DE OBRA						4644.60
1.1.0	PREPARACION DE TERRENO						310.00
1.1.1	Limpieza y riego de machaco	Jornal	2.0	1.0	15.0	30.0	
1.1.2	Roturado o aradura	H/M	4.0	1.0	35.0	140.0	
1.1.3	Cruza o desterronado	H/M	2.0	1.0	35.0	70.0	
1.1.4	Surcado de terreno	H/M	2.0	1.0	35.0	70.0	
1.2.0	SIEMBRA Y APLICACIÓN DE BIOFERTILIZANTE						375.00
1.2.1	Siembra	Jornal	25.0	1.0	15.0	375.0	
1.3.0	LABORES CULTURALES						1455.00
1.3.1	Aplicación de MB- Comercial	jornal	2.0	1.0	15.0	30.0	
1.3.2	Riego	Jornal	1.0	9.0	15.0	135.0	
1.3.3	Deshierbo	Jornal	12.0	2.0	15.0	360.0	
1.3.4	Habilitación de trampas amarillas	Jornal	6.0	1.0	15.0	90.0	
1.3.5	Instalación de trampas amarillas	Jornal	2.0	1.0	15.0	30.0	
1.3.6	Control fitosanitario con cube	Jornal	1.0	4.0	15.0	60.0	
1.3.7	Plantado de tutores	Jornal	15.0	1.0	15.0	225.0	
1.3.8	Tendido de rafias	Jornal	6.0	3.0	15.0	270.0	
1.3.9	Aporque	Jornal	17.0	1.0	15.0	255.0	
1.4.0	COSECHA						375.00
1.4.1	Primer cosecha	Jornal	8.0	1.0	15.0	120.0	
1.4.2	Segunda cosecha	Jornal	9.0	1.0	15.0	135.0	
1.4.3	Tercera cosecha	Jornal	8.0	1.0	15.0	120.0	
1.5.0	ALQUILER DE EQUIPO						90.00
1.5.1	Mochila Fumigadora	Flete	1.0	2.0	10.0	20.0	
1.5.2	Análisis de suelo	Muest	1.0	1.0	70.0	70.0	
1.6.0	MATERIALES E INSUMOS						1939.60
1.6.1	Semilla de arveja Var. Remate	kg	72.0	1.0	8.4	604.8	
1.6.2	MB- Comercial	Litros	0.6	1.0	40.0	24.0	
1.6.3	Plástico amarillo	M	150.0	1.0	0.8	120.0	
1.6.4	Manteca vegetal	Kg	11.0	1.0	5.9	64.9	
1.6.5	Harina de cube	Kg	10.0	1.0	12.0	120.0	
1.6.6	Postes para tutorado (puesto en chacra)	Unid	1353.0	1.0	0.3	405.9	
1.6.7	Rafia	Cono	60.0	1.0	10.0	600.0	
1.7.0	OTROS						100.00
1.7.1	Transporte de insumos	Glb	1.0	1.0	100.0	100.0	
B.	COSTOS INDIRECTOS						
2.1	Asistencia técnica 5%						232.23
2.2	Gastos administrativo 10%						464.46
2.3	Imprevistos 5%						232.23
	RESUMEN						
A.	COSTOD DIRECTOS						4644.60
B.	COSTOS INDIRECTOS						928.92
	TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCION POR HECTAREA						5573.52

Cuadro 16 Costo de Producción de una hectárea de arveja en vaina verde, tratamiento (T6) con microorganismo comercial de 07 aplicaciones cada 10 días. Canaán a 2750 msnm – Ayacucho 2008.

Ítem	DESCRIPCION	Medrado			Precio Unit. S/.	Costo Parcial S/.	Total S/.
		Und	Cant.	N° de veces			
A	COSTOS DIRECTOS						
1.0.0	MANO DE OBRA						4968.60
1.1.0	PREPARACION DE TERRENO						310.00
1.1.1	Limpieza y riego de machaco	Jornal	2.0	1.0	15.0	30.0	
1.1.2	Roturado o aradura	H/M	4.0	1.0	35.0	140.0	
1.1.3	Cruza o desterronado	H/M	2.0	1.0	35.0	70.0	
1.1.4	Surcado de terreno	H/M	2.0	1.0	35.0	70.0	
1.2.0	SIEMBRA Y APLICACIÓN DE BIOFERTILIZANTE						375.00
1.2.1	Siembra	Jornal	25.0	1.0	15.0	375.0	
1.3.0	LABORES CULTURALES						1635.00
1.3.1	Aplicación de MB- Comercial	jornal	2.0	7.0	15.0	210.0	
1.3.2	Riego	Jornal	1.0	9.0	15.0	135.0	
1.3.3	Deshierbo	Jornal	12.0	2.0	15.0	360.0	
1.3.4	Habilitación de trampas amarillas	Jornal	6.0	1.0	15.0	90.0	
1.3.5	Instalación de trampas amarillas	Jornal	2.0	1.0	15.0	30.0	
1.3.6	Control fitosanitario con cube	Jornal	1.0	4.0	15.0	60.0	
1.3.7	Plantado de tutores	Jornal	15.0	1.0	15.0	225.0	
1.3.8	Tendido de rafias	Jornal	6.0	3.0	15.0	270.0	
1.3.9	Aporque	Jornal	17.0	1.0	15.0	255.0	
1.4.0	COSECHA						375.00
1.4.1	Primer cosecha	Jornal	8.0	1.0	15.0	120.0	
1.4.2	Segunda cosecha	Jornal	9.0	1.0	15.0	135.0	
1.4.3	Tercera cosecha	Jornal	8.0	1.0	15.0	120.0	
1.5.0	ALQUILER DE EQUIPO						90.00
1.5.1.	Mochila Fumigadora	Flete	1.0	2.0	10.0	20.0	
1.5.2.	Análisis de suelo	Muest	1.0	1.0	70.0	70.0	
1.6.0	MATERIALES E INSUMOS						2083.60
1.6.1	Semilla de arveja Var. Remate	kg	72.0	1.0	8.4	604.8	
1.6.2	MB- Comercial	Litros	4.2	1.0	40.0	168.00	
1.6.3	Plástico amarillo	M	150.0	1.0	0.8	120.0	
1.6.4	Manteca vegetal	Kg	11.0	1.0	5.9	64.9	
1.6.5	Harina de cube	Kg	10.0	1.0	12.0	120.0	
1.6.6	Postes para tutorado (puesto en chacra)	Unid	1353.0	1.0	0.3	405.9	
1.6.7	Rafia	Cono	60.0	1.0	10.0	600.0	
1.7.0	OTROS						100.00
1.7.1	Transporte de insumos	Glb	1	1	100	100	
B.	COSTOS INDIRECTOS						
2.1	Asistencia técnica 5%						248.43
2.2	Gastos administrativo 10%						496.86
2.3	Imprevistos 5%						248.43
	RESUMEN						
A.	COSTOS DIRECTOS						4968.60
B.	COSTOS INDIRECTOS						993.72
	TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCION POR HECTAREA						5962.32

Cuadro 17 Costo de Producción de una hectárea de arveja en vaina verde, tratamiento (T7) con microorganismo comercial de 03 aplicaciones cada 20 días. Canaán a 2750 msnm – Ayacucho 2008.

Item	DESCRIPCION	Metrado			Precio Unitario S/.	Costo Parcial S/.	Total S/.
		Und	Cant.	N° de veces			
A	COSTOS DIRECTOS						
1.0.0	MANO DE OBRA						4752.60
1.1.0	PREPARACION DE TERRENO						310.00
1.1.1	Limpieza y riego de machaco	Jornal	2.0	1.0	15.0	30.0	
1.1.2	Roturado o aradura	H/M	4.0	1.0	35.0	140.0	
1.1.3	Cruza o desterronado	H/M	2.0	1.0	35.0	70.0	
1.1.4	Surcado de terreno	H/M	2.0	1.0	35.0	70.0	
1.2.0	SIEMBRA Y APLICACIÓN DE BIOFERTILIZANTE						375.00
1.2.1	Siembra	Jornal	25.0	1.0	15.0	375.0	
1.3.0	LABORES CULTURALES						1515.00
1.3.1	Aplicación de MB- Comercial	jornal	2.0	3.0	15.0	90.0	
1.3.2	Riego	Jornal	1.0	9.0	15.0	135.0	
1.3.3	Deshierbo	Jornal	12.0	2.0	15.0	360.0	
1.3.4	Habilitación de trampas amarillas	Jornal	6.0	1.0	15.0	90.0	
1.3.5	Instalación de trampas amarillas	Jornal	2.0	1.0	15.0	30.0	
1.3.6	Control fitosanitario con cube	Jornal	1.0	4.0	15.0	60.0	
1.3.7	Plantado de tutores	Jornal	15.0	1.0	15.0	225.0	
1.3.8	Tendido de rafias	Jornal	6.0	3.0	15.0	270.0	
1.3.9	Aporque	Jornal	17.0	1.0	15.0	255.0	
1.4.0	COSECHA						375.00
1.4.1	Primer cosecha	Jornal	8.0	1.0	15.0	120.0	
1.4.2	Segunda cosecha	Jornal	9.0	1.0	15.0	135.0	
1.4.3	Tercera cosecha	Jornal	8.0	1.0	15.0	120.0	
1.5.0	ALQUILER DE EQUIPO						90.00
1.5.1.	Mochila Fumigadora	Flete	1.0	2.0	10.0	20.0	
1.5.2.	Análisis de suelo	Muestra	1.0	1.0	70.0	70.0	
1.6.0	MATERIALES E INSUMOS						1987.60
1.6.1	Semilla de arveja Var. Remate	kg	72.0	1.0	8.4	604.8	
1.6.2	MB- Comercial	Litros	1.8	1.0	40.0	72.0	
1.6.3	Plástico amarillo	M	150.0	1.0	0.8	120.0	
1.6.4	Manteca vegetal	Kg	11.0	1.0	5.9	64.9	
1.6.5	Harina de cube	Kg	10.0	1.0	12.0	120.0	
1.6.6	Postes para tutorado (puesto en chacra)	Unid	1353.0	1.0	0.3	405.9	
1.6.7	Rafia	Cono	60.0	1.0	10.0	600.0	
1.7.0	OTROS						100.00
1.7.1	Transporte de insumos	Glb	1.0	1.0	100.0	100.0	
B.	COSTOS INDIRECTOS						
2.1	Asistencia técnica 5%						237.63
2.2	Gastos administrativo 10%						475.26
2.3	Imprevistos 5%						237.63
	RESUMEN						
A.	COSTOS DIRECTOS						4752.60
B.	COSTOS INDIRECTOS						950.52
	TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCION POR HECTAREA						5703.12

Cuadro 18 Costo de Producción de una hectárea de arveja en vaina verde, tratamiento (T8) con microorganismo comercial de 02 aplicaciones cada 30 días. Canaán a 2750 msnm – Ayacucho 2008.

Ítem	DESCRIPCION	Metrado			Precio unitario S/.	Costo Parcial S/.	Total S/.
		Und	Cant.	N° de veces			
A	COSTOS DIRECTOS						
1.0.0	MANO DE OBRA						4698.60
1.1.0	PREPARACION DE TERRENO						310.00
1.1.1	Limpieza y riego de machaco	Jornal	2.0	1.0	15.0	30.0	
1.1.2	Roturado o aradura	H/M	4.0	1.0	35.0	140.0	
1.1.3	Cruza o desterronado	H/M	2.0	1.0	35.0	70.0	
1.1.4	Surcado de terreno	H/M	2.0	1.0	35.0	70.0	
1.2.0	SIEMBRA Y APLICACIÓN DE BIOFERTILIZANTE						375.00
1.2.1	Siembra	Jornal	25.0	1.0	15.0	375.0	
1.3.0	LABORES CULTURALES						1485.00
1.3.1	Aplicación de MB- Comercial	jornal	2.0	2.0	15.0	60	
1.3.2	Riego	Jornal	1.0	9.0	15.0	135.0	
1.3.3	Deshierbo	Jornal	12.0	2.0	15.0	360.0	
1.3.4	Habilitación de trampas amarillas	Jornal	6.0	1.0	15.0	90.0	
1.3.5	Instalación de trampas amarillas	Jornal	2.0	1.0	15.0	30.0	
1.3.6	Control fitosanitario con cube	Jornal	1.0	4.0	15.0	60.0	
1.3.7	Plantado de tutores	Jornal	15.0	1.0	15.0	225.0	
1.3.8	Tendido de rafias	Jornal	6.0	3.0	15.0	270.0	
1.3.9	Aporque	Jornal	17.0	1.0	15.0	255.0	
1.4.0	COSECHA						375.00
1.4.1	Primer cosecha	Jornal	8.0	1.0	15.0	120.0	
1.4.2	Segunda cosecha	Jornal	9.0	1.0	15.0	135.0	
1.4.3	Tercera cosecha	Jornal	8.0	1.0	15.0	120.0	
1.5.0	ALQUILER DE EQUIPO						90.00
1.5.1	Mochila Fumigadora	Flete	1.0	2.0	10.0	20.0	
1.5.2	Análisis de suelo	Muestra	1.0	1.0	70.0	70.0	
1.6.0	MATERIALES E INSUMOS						1963.60
1.6.1	Semilla de arveja Var. Remate	kg	72.0	1.0	8.4	604.8	
1.6.2	EM- Comercial	Litros	1.2	1.0	40.0	48.0	
1.6.3	Plástico amarillo	M	150.0	1.0	0.8	120.0	
1.6.4	Manteca vegetal	Kg	11.0	1.0	5.9	64.9	
1.6.5	Harina de cube	Kg	10.0	1.0	12.0	120.0	
1.6.6	Postes para tutorado (puesto en chacra)	Unid	1353.0	1.0	0.3	405.9	
1.6.7	Rafia	Cono	60.0	1.0	10.0	600.0	
1.7.0	OTROS						100.00
1.7.1	Transporte de insumos	Glb	1.0	1.0	100.0	100.0	
B.	COSTOS INDIRECTOS						
2.1	Asistencia técnica 5%						234.93
2.2	Gastos administrativo 10%						469.86
2.3	Imprevistos 5%						234.93
	RESUMEN						
A.	COSTOS DIRECTOS						4698.60
B.	COSTOS INDIRECTOS						939.72
	TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCION POR HECTAREA						5638.32

Foto 01 Preparación de terreno con pasada de disco y rastra para la siembra.



Foto 02 Aplicación foliar de los microorganismos benéficos según tratamiento.



Foto 03 Deshierbo y cambio de surco de 38 días después de la siembra.



Foto 04 Control de plagas con trampa amarilla y aplicación de bioinsecticida a base de cube molido a una dosis de 200 gr/20 litros de agua.



Foto 05 Riego de acuerdo a la necesidad del cultivo.



Foto 06 Instalación de tutores y tendido de rafia.



Foto 07 Plena floración de la arveja a los 59 a 61 días después de la siembra.



Foto 08 Llenado de granos.



Foto 09 Vainas verdes de tamaño comercial óptimas para la cosecha a los 79 días después de la siembra.



Foto 10 Pesado de vainas cosechadas de tamaño comercial.



Foto 11 Vainas llenas por efecto de Microorganismo local y granos verdes.



Foto 12 Vainas llenas por efecto de Microorganismo comercial y granos verdes.



Foto 13 Propagación de Bacterias (B) y Hongos (H) en el suelo en diferentes tratamientos después de haber finalizado el experimento.

