

**CONTROL ORGÁNICO DE FUSARIUM (*Fusarium oxysporium*) EN
ARVEJA (*Pisum sativum*)**

ANA GRACIELA NÚÑEZ FLORES

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN
ESTRUCTURADO DE MANERA INDEPENDIENTE PRESENTADO COMO
REQUISITO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERA AGRÓNOMA**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



FACULTAD DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

CEVALLOS – ECUADOR

2013

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La responsabilidad del presente trabajo de investigación, nos corresponde exclusivamente a: Ana Graciela Núñez Flores, autora del trabajo de investigación y al Patrimonio Intelectual de la Universidad Técnica de Ambato.

Ana Graciela Núñez Flores
AUTORA

DERECHO DE AUTOR

Al presentar esta tesis como uno de los requisitos previos para la obtención del título de Tercer Nivel en la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que haga de esta tesis un documento disponible para su lectura, según las normas de la universidad.

Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de esta tesis dentro de las regulaciones de la universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de esta tesis, o parte de ella.

ANA GRACIELA NÚÑEZ FLORES

AUTOR

**CONTROL ORGÁNICO DE FUSARIUM (*Fusarium oxysporium*) EN ARVEJA
(*Pisum sativum*)**

REVISADO POR:

.....
Ing. NELLY CHERRES ROMO
TUTORA

.....
Ing. Mg. JORGE DOBRONSKI
ASESOR DE BIOMETRÍA

APROBADO POR LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO

FECHA

Ing. Mg. HERNÁN ZURITA VÁSQUEZ
Presidente de tribunal

Ing. Mg. JORGE DOBRONSKI

Ing. Mg. GIOVANNY VELÁSTEGUI

DEDICATORIA

A Dios por haberme dado sabiduría y fortaleza para culminar mi carrera

A mis padres Alegria y Walter, por apoyarme y confiar en mí

A mi amado esposo José por el infinito apoyo y amor que recibí durante mi vida
estudiantil.

A mis queridas hermanas Myrian, Mayra y Soraya, a mi hermano Eduardo,

ya que fueron el impulso para seguir adelante

siendo ellos mi pilar fundamental para cumplir mis metas

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Agronómica, que fue mi refugio en mis éxitos y fracasos en donde dejo los mejores años de mi vida y mis más hermosos recuerdos.

A todas las autoridades y docentes de la Facultad a quienes acudí con mis inquietudes y de manera acertada supieron resolverlas.

A la Ing. Nelly Cherres por su tiempo y ayuda incondicional al brindarme una excelente asesoría en el desarrollo de este trabajo a más de los conocimientos teóricos y prácticos impartidos, de manera especial agradezco su amistad.

Al Ing. Mg. Jorge Dobronski y al Lic. Esp. Ing. Isaías Mera por sus correctas sugerencias facilitando con esto el desarrollo del trabajo propuesto.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
RESUMEN EJECUTIVO.....	1
SUMMARY.....	3
CAPÍTULO 1.....	5
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	5
1.2 ANÁLISIS DEL PROBLEMA.....	5
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	6
1.4 OBJETIVOS.....	7
1.4.1 General.....	7
1.4.2 Específicos.....	7
CAPÍTULO 2.....	8
2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	8
2.2 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES.....	8
2.2.1 <u>Cultivo de arveja (<i>Pisum sativum</i>)</u>	8
2.2.1.1 Generalidades de la arveja.....	8
2.2.1.2 Requerimientos del cultivo de arveja.....	9
2.2.1.2.1 Suelo.....	9
2.2.1.2.2 Clima.....	9
2.2.1.2.3 Agua.....	10
2.2.1.3 Manejo de cultivo.....	10
2.2.1.3.1 Selección del terreno.....	10
2.2.1.3.2 Preparación del terreno.....	10
2.2.1.3.3 Siembra.....	11
2.2.1.3.4 Labores posteriores a la siembra.....	11
2.2.1.3.5 Riego.....	11
2.2.1.3.6 Deshierbes y fertilización.....	11
2.2.1.3.7 Cosecha.....	12
2.2.1.3.8 Conservación.....	12
2.2.2 <u>Fusarium (<i>Fusarium oxysporum</i>)</u>	12
2.2.2.1 Características del hongo.....	12
2.2.2.2 Síntomas.....	13
2.2.2.3 Epidemiología.....	13
2.2.2.4 Problema que ocasiona.....	14

2.2.2.5 Ciclo de la enfermedad.....	14
2.2.3 <u>Rendimiento</u>	16
2.2.4 <u>Microorganismos Eficientes Autóctonos (emas)</u>	16
2.2.4.1 Tipo de Microorganismos que conforman el complejo E.M.....	17
2.2.4.1.1 Bacterias fotosintéticas.....	17
2.2.4.1.2 Bacterias de ácido láctico.....	17
2.2.4.1.3 Levaduras.....	17
2.2.4.1.4 Actonomyces.....	17
2.2.4.2 Modo de acción de los Microorganismos Eficientes.....	18
2.2.4.3 Efecto de los Microorganismos Eficientes sobre los cultivos.....	18
2.2.4.4 Captura de microorganismos eficientes autóctonos.....	19
2.2.4.4.1 Selección del área de captura.....	19
2.2.4.4.2 Colocación de trampas.....	19
2.2.4.4.3 Cosecha.....	19
2.2.4.4.4 Solución Madre.....	20
2.3 HIPÓTESIS.....	20
2.4 VARIABLES DE LA HIPÓTESIS.....	20
2.4.1 <u>Variable dependiente</u>	20
2.4.2 <u>Variable independiente</u>	20
2.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	21
CAPÍTULO 3.....	22
3.1 ENFOQUE, MODALIDAD Y TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	22
3.1.1 <u>Enfoque</u>	22
3.1.2 <u>Modalidad</u>	22
3.1.3 <u>Tipo la investigación</u>	22
3.2 UBICACIÓN DEL ENSAYO.....	22
3.3 CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR.....	23
3.3.1 <u>Clima</u>	23
3.3.2 <u>Suelo</u>	23
3.3.3 <u>Agua</u>	23
3.4 FACTORES DE ESTUDIO.....	23
3.4.1 <u>Dosis de microorganismos eficientes activados (D)</u>	23
3.4.2 <u>Días de aplicación (F)</u>	23
3.5 DISEÑO EXPERIMENTAL.....	24

3.6 TRATAMIENTOS.....	24
3.7 DISEÑO DE CAMPO.....	25
3.7.1. <u>Distribucion de tratamientos y repeticiones en el campo</u>	25
3.7.2. <u>Memoria</u>	25
3.8 DATOS TOMADOS.....	25
3.8.1 <u>Porcentaje de incidencia</u>	25
3.8.2 <u>Número de vainas en la planta</u>	25
3.8.3 <u>Número de granos en la vaina</u>	26
3.8.4 <u>Peso del grano</u>	26
3.8.5 <u>Peso de 100 granos</u>	26
3.8.6 <u>Rendimiento</u>	26
3.9 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	26
3.10 MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN.....	27
3.10.1 <u>Preparación del suelo</u>	27
3.10.2 <u>Siembra</u>	27
3.10.3 <u>Raleo</u>	27
3.10.4 <u>Deshierbas</u>	27
3.10.5 <u>Riegos</u>	27
3.10.6 <u>Controles fitosanitarios</u>	28
3.10.7 <u>Aplicación del producto</u>	28
3.10.8 <u>Cosecha</u>	28
CAPÍTULO 4.....	29
RESULTADOS, ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y DISCUSIÓN.....	29
4.1 PORCENTAJE DE INCIDENCIA.....	29
4.2 NÚMERO DE VAINAS EN LA PLANTA.....	31
4.3 NÚMERO DE GRANOS EN LA VAINA.....	33
4.4 PESO DEL GRANO.....	34
4.5 PESO DE 100 GRANOS.....	37
4.6 RENDIMIENTO.....	39
4.7 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	41
CAPÍTULO 5.....	42
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	42
5.1 CONCLUSIONES.....	42
5.2 RECOMENDACIONES.....	43

CAPÍTULO 6.....	44
PROPUESTA.....	44
6.1 TÍTULO.....	44
6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA.....	44
6.3 JUSTIFICACIÓN.....	44
6.4 OBJETIVO.....	45
6.5 FUNDAMENTACIÓN.....	45
6.5.1 Arveja (<i>Pisum sativum</i>).....	45
6.5.2 Microorganismos eficientes autóctonos (emas).....	46
6.5.3 Biol.....	46
6.6 IMPLEMENTACIÓN Y PLAN DE ACCIÓN.....	47
6.6.1 <u>Preparación del terreno</u>	47
6.6.2 <u>Surcado</u>	47
6.6.3 <u>Siembra</u>	47
6.6.4 <u>Raleo</u>	47
6.6.5 <u>Deshierbas</u>	47
6.6.6 <u>Aplicación del producto</u>	47
6.6.7 <u>Cosecha</u>	48
6.7 ADMINISTRACIÓN.....	48
6.8 EVALUACIÓN.....	48
6.8.1 <u>Económica</u>	48
6.8.2 <u>Social</u>	48
6.8.3 <u>Científico – Tecnológico</u>	48
7 BIBLIOGRAFÍA.....	49
APÉNDICE.....	53

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
CUADRO 1. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	21
CUADRO 2. TRATAMIENTOS.....	24
CUADRO 3. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE PORCENTAJE DE INCIDENCIA.....	29
CUADRO 4. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE INCIDENCIA.....	30
CUADRO 5. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA EL ANÁLISIS ENTRE GRUPOS EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE SEVERIDAD	31
CUADRO 6. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE NÚMERO DE VAINAS EN LA PLANTA.....	32
CUADRO 7. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE NÚMERO DE VAINAS EN LA PLANTA.....	32
CUADRO 8. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA EL ANÁLISIS ENTRE GRUPOS EN LA VARIABLE NÚMERO DE VAINAS EN LA PLANTA.....	33
CUADRO 9. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE NÚMERO DE GRANOS EN LA VAINA.....	33
CUADRO 10. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA EL ANÁLISIS ENTRE GRUPOS EN LA VARIABLE NÚMERO DE GRANOS EN LA VAINAS.....	34

CUADRO 11. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE PESO DEL GRANO.....	35
CUADRO 12. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA EL ANÁLISIS ENTRE TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE PESO DEL GRANO...36	
CUADRO 13. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA EL ANÁLISIS ENTRE GRUPOS EN LA VARIABLE PESO DEL GRANO	36
CUADRO 14. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA EL ANÁLISIS DENTRO DEL GRUPOS D3 EN LA VARIABLE PESO DEL GRANO.37	
CUADRO 15. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE PESO DE 100 GRANOS.....	38
CUADRO 16. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA EL ANÁLISIS ENTRE GRUPOS EN LA VARIABLE PESO DE 100 GRANOS.....	39
CUADRO 17. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO.....	39
CUADRO 18. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE RENDIMIENTO	40
CUADRO 19. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA EL ANÁLISIS ENTRE GRUPOS EN LA VARIABLE RENDIMIENTO.....	41

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

	Pág.
FIGURA 1. CICLO DE VIDA DE <i>Fusarium oxysporium</i>	15

RESUMEN EJECUTIVO

Este proyecto se efectuó en la propiedad del Sr. Walter Alvino Núñez Bermúdez, la propiedad se encuentra localizada en el caserío San Pedro, parroquia Montalvo, al oriente del cantón Ambato, provincia de Tungurahua. Según el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) se encuentra en una altitud de 2.814 msnm y en las siguientes coordenadas: 78° 34' de longitud Este y 1° 25' de latitud Sur. El propósito fue determinar la dosis de microorganismos eficientes autóctonos (emas) (D1 1.5cc/l de agua, D2 1cc/l de agua, D3 0.5cc/l de agua) y frecuencia de aplicación (F1 a los 15 días después de la germinación, F2 cada 15 días, F3 a los 21 días después de la germinación, F4 cada 21 días) en el cultivo de arveja (*Pisum sativum*) con la finalidad de mejorar el rendimiento.

Se utilizó el diseño de bloques completos al azar en arreglo factorial 3x4+1, con tres repeticiones. Se efectuó el análisis de varianza ADEVA y pruebas de Tukey al 5% para determinar el mejor tratamiento.

Los objetivos del presente trabajo fueron:

- Determinar la mejor dosis de solución de Microorganismos Efectivos Activados (emas) para el control de fusarium (*Fusarium oxysporium*) en el cultivo de arveja (*Pisum sativum*).
- Determinar la mejor frecuencia de aplicación de la solución de Microorganismos Efectivos Activados (emas) para el control de fusarium (*Fusarium oxysporium*) en el cultivo de arveja (*Pisum sativum*).

Del análisis de los datos obtenidos se determinó que:

A. Con la aplicación de microorganismos eficientes autóctonos se puede concluir en base al rendimiento, que el tratamiento D1F2 (1,5cc de emas/l agua con una frecuencia de 15 días) logró el mejor peso promedio con un valor medio de 834,35 kilogramos por hectárea.

B. La dosis con 1,5 centímetros cúbicos de microorganismos eficientes autóctonos fue la adecuada para mejorar el rendimiento en el cultivo de arveja (*Pisum sativum*) en el sector San Pedro, parroquia Montalvo, cantón Ambato, provincia de Tungurahua.

C. La mejor frecuencia fue aplicando cada 15 días microorganismos eficientes autóctonos, esto permitió mejorar el rendimiento en el cultivo de arveja (*Pisum sativum*) en el sector San Pedro, parroquia Montalvo, cantón Ambato, provincia de Tungurahua.

D. En las variables porcentaje de incidencia, número de vainas en la planta, peso del grano y peso de 100 granos el mejor tratamiento fue D1F2 (1,5 cc de emas/l agua con una frecuencia de 15 días), ya que con dicha dosis y frecuencia se obtuvieron los mejores resultados.

E. El mejor grupo para la variable número de granos en la vaina fue D1 (1,5cc de emas/l agua) con una media de 4,04 granos en la vaina.

SUMMARY

This project was carried out on the property of Mr. Walter Alvino Núñez Bermudez, the property is located in the hamlet of San Pedro, Montalvo parish, to the East of the canton Ambato, Tungurahua province. According to the system of Global Positioning (GPS) is located at an altitude of 2.814 m and at the following coordinates: 78 ° 34' of length this and 25' 1 ° of South latitude. The purpose was to determine the dose of efficient indigenous microorganisms (emas) (D1 1.5cc/l of water, D2 1cc/l water, D3 0.5cc/l of water) and frequency of application (F1 to 15 days after germination, F2 every 15 days, F3 at 21 days after germination, F4 every 21 days) in the culture of pea (*Pisum sativum*) with the aim of improving performance.

A randomized complete block design was used in 3 x 4 + 1, with three replications factorial arrangement. ADEVA variance analysis and Tukey tests 5% was performed to determine the best treatment.

The objectives of this study were:

- Determine the best dose of effective microorganisms active (emas) solution for the control of fusarium (*Fusarium oxysporium*) in the culture of pea (*Pisum sativum*).
- Determine the best frequency of application of effective microorganisms active (emas) solution for the control of fusarium (*Fusarium oxysporium*) in the culture of pea (*Pisum sativum*).

The analysis of the data obtained was determined that:

- A. With the application of efficient indigenous microorganisms can be concluded on the basis of the performance, as the treatment D1F2 (1, 5cc of emas/l water with a frequency of 15 days) achieved the best average weight with an average value of 834,35 kilograms per hectare.

- B. The dose with 1.5 cubic centimeters of efficient indigenous microorganisms was adequate to improve performance in the cultivation of peas (*Pisum sativum*) in San Pedro, Montalvo parish, canton Ambato, Tungurahua province.

- C. The best frequency was applied every 15 days efficient indigenous microorganisms, this allowed to improve performance in the cultivation of peas (*Pisum sativum*) in San Pedro, Montalvo parish, canton Ambato, Tungurahua province.

- D. In the variable percentage of incidence, number of pods on the plant, weight of grain and weight of 100 grains the best treatment was D1F2 (1.5 cc of emas/l water with a frequency of 15 days), since the best results were obtained with the dose and frequency.

- E. The best group for the variable number of beans in the pod was D1 (1, 5cc of emas/l water) with an average of 4.04 beans in the pod.

CAPÍTULO 1

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La presencia de *Fusarium oxysporum* en el cultivo de arveja (*Pisum sativum*) determina bajos rendimientos en el caserío San Pedro, parroquia Montalvo, cantón Ambato, provincia del Tungurahua.

Puga, J. (1992), nos comenta que fusarium provoca una serie de alteraciones en las plantas atacadas y con una gran diversidad de síntomas que afectan de diferente forma al normal crecimiento y desarrollo con la consiguiente repercusión en la producción, Este hongo infecta plantaciones a través de la secreción de toxinas dentro de sus raíces, las cuales luego se pudren y disuelven las células de las plantas, matándolas.

Patiño, M. (1999), nos comenta que una de las actividades productivas de mayor interés en el cantón Bolívar de la provincia del Carchi es la agricultura y básicamente la producción de arveja (*Pisum sativum*); por su gran potencial de cultivo, basados en su crecimiento y rendimiento, así como, su amplio mercado interno y su aporte nutritivo (22% a 25% de proteína). Alcanzando un crecimiento apreciable en estos último años, nos permite encontrar problemas relacionados con pérdidas de rendimiento en la cosecha; obteniendo un producto de baja calidad que llega al mercado nacional; cabe hacer mención que es responsabilidad de los técnicos de la zona, realizar investigación aplicada, que permita valorar el gran esfuerzo de los agricultores, cerrando con esto el ciclo productivo de esta actividad.

1.2. ANÁLISIS DEL PROBLEMA

Fusarium es una especie de hongo causante de la enfermedad de Panamá en los bananeros y de más de un centenar de enfermedades en otras tantas especies vegetales. Coloniza los conductos xilemáticos de la planta; bloqueando y tapando los vasos, lo que determina la aparición de síntomas de marchitamiento de hoja, amarilleo y eventualmente necrosis y muerte total de la planta. (Bayer, 2010).

Aguirre, M. (2004), afirma que en el cultivo de arveja se realizan riegos muy continuos, lo que favorece la proliferación de los hongos patógenos como es el caso del fusarium y por ende existe un déficit de producción, por lo que se aconseja realizar riegos de acuerdo a la humedad del suelo, para así evitar el encharcamiento del mismo, con la finalidad de obtener más producción y bajar los índices de propagación de fusarium.

El desconocimiento científico-técnico de control orgánico de fusarium en el cultivo de arveja es muy alto, ya que los agricultores desconocen la tecnología por la falta de asesoramiento técnico lo que pone en riesgo la producción del agricultor, para esto se debe realizar reuniones con un técnico el cual brindará sus conocimientos sobre una agricultura orgánica, con el fin de mejorar la salud de los consumidores. También se deben realizar investigaciones sobre productos orgánicos que mitiguen la presencia de fusarium.

Los agricultores ancestrales y actuales, una vez que obtienen una cosecha de arveja siguen realizando la siembra del mismo cultivo, por lo que causa resistencia del hongo (*Fusarium oxysporium*) y por lo tanto al aplicar los mismos tratamientos que ellos conocen cada vez la población del hongo gana más resistencia, por lo que se aconseja realizar rotación de cultivos.

1.3. JUSTIFICACIÓN

Aguirre, M. (2004), nos dice que el cultivo de arveja tiene un papel muy importante en la alimentación de las familias ecuatorianas, ya que es una buena fuente proteica, tanto para humanos como para animales. Tiene entre 22% a 25% de proteína. Para el consumo de aves y cerdos se utiliza su follaje. La presencia de proteínas vegetales como las lectinas le confiere a las arvejas propiedades anticoagulantes, sobre todo para evitar los trombos o coágulos que se forman en las arterias. Por este motivo, es recomendable consumir arvejas o soya con frecuencia; sobre todo es de beneficio para aquellas personas propensas a formar estas alteraciones, que se da con mayor frecuencia en aquellos que tienen lo que se llama comúnmente la sangre espesa.

Patiño, M. (1999), nos dice que entre los principales usos de la arveja, destaca el consumo de su semilla inmadura, en la forma conocida de arveja verde; en este estado, los granos pueden ser procesados para la producción de conservas, en forma de producto enlatado o congelado. En algunos países, a través del cultivo de variedades especiales se consumen las vainas enteras inmaduras a semejanza de los porotos verdes. El grano seco, que es la forma principal en que utiliza la arveja, a nivel mundial puede destinarse directamente para el consumo humano, comercializándose sus granos enteros o partidos, con o sin presencia de cutícula.

En nuestro país no se han registrado estudios del control de *Fusarium oxysporium* con aplicación de microorganismos eficientes autóctonos (emas) en el cultivo de arveja, por lo que el agricultor no conoce mucho acerca de esta tecnología para el control de este hongo, lo cual no le permite obtener un buen rendimiento en la cosecha. Es por esta razón por la cual se realizó la investigación, con el fin de ayudar a todos y cada uno de los agricultores. Este proyecto se justificó con la aplicación de diferentes dosis de microorganismos eficientes autóctonos (emas).

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. General

Establecer una estrategia técnica para el manejo del Fusarium en el cultivo de arveja (*Pisum sativum*), para mejorar el rendimiento en el caserío San Pedro, parroquia Montalvo, cantón Ambato, provincia de Tungurahua.

1.4.2. Específicos

Determinar la mejor dosis de solución de Microorganismos Efectivos Activados (emas) para el control de fusarium (*Fusarium oxysporium*) en el cultivo de arveja (*Pisum sativum*).

Determinar la mejor frecuencia de aplicación de la solución de Microorganismos Efectivos Activados (emas) para el control de fusarium (*Fusarium oxysporium*) en el cultivo de arveja (*Pisum sativum*).

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Vaca (2011), en su trabajo de investigación sobre evaluación de tres bioestimulantes con tres dosis en el cultivo de arveja (*Pisum sativum L.*). En Santa Martha de Cuba – Carchi, ha determinado que la mayor producción del cultivo de arveja (*Pisum sativum L.*) fue B1 (Siaptom), y la dosis que mejor respuesta alcanzó en la evaluación fue la dosis recomendada y alta (10 y 12.5 cm³/litro de agua), con un rendimiento de 3.57 kg/parcela neta, la parcela estuvo constituida por 30 m² (6 m x 5 m)

Álvarez (1992), en su trabajo de investigación sobre evaluación de *Bacillus subtilis* en el control biológico de *Fusarium oxysporium* en arveja china determinó que la dosis de 16 onzas de *Bacillus subtilis* en 100 libras de semilla, fue la más eficiente controlando *Fusarium oxysporium*. En nuestro país no se han realizado investigaciones del control de *Fusarium oxysporium* con la aplicación de microorganismos efectivos activados, motivo por el cual se plantea este tipo de investigación con el fin de aportar datos reales sobre el control de este hongo con dicha tecnología.

2.2. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

2.2.1. Cultivo de arveja (*Pisum sativum*)

2.2.4.2. Generalidades de la arveja

Info@océano.com, afirma que la arveja posee una raíz principal pivotante y raíces laterales que se ramifican. La capacidad de profundización de su sistema radicular no resulta tan acentuada como las de otras leguminosas, por lo que esta planta requiere bastante agua. Cubero y Moreno (1983), manifiestan que los tallos son angulosos de sección y parte variable. La ramificación puede adoptar diversas formas que es interesante determinarlas, por que en cierta forma de ellas depende el rendimiento. En este último aspecto cabe indicar, que existen grupos varietales de

arveja: variedades enanas, cuyo tallo alcanza entre 15 y 90 cm. de altura, variedades medio enrame cuyo tallo miden 90-150 cm. y variedades de enrame de tallos con una longitud comprendida entre 150-300 cm.

www.sagpya.mecon.gov.a, considera que las hojas tienen pares de foliolos y terminan en zarcillos, que tienen la propiedad de hacerse a los tutores que encuentran en su crecimiento, en la base de cada hoja hay 2 grandes estipulas acorazonadas que tienen el borde dentado. Las flores son vistosas típicas de las papilionáceas, el color de los pétalos son muy variable dependiendo este carácter de la variedad y de su interacción genotipo ambiente.

Alcina, L. (1980), nos comenta que la legumbre contiene de 5 a 12 granos por vaina. Los granos (semilla) de buena calidad pueden germinar entre 5 y 8 días después de la siembra en condiciones normales. En la sierra ecuatoriana la semilla germina dentro de un período de 10 a 18 días dependiendo de la humedad, profundidad de la siembra, sistema de labranza y cultivar. Las semillas pueden presentar una forma globosa o globosa angular y un diámetro de 3 a 5 mm. La testa es delgada, pudiendo ser incolora, verde, gris, café o violeta y la superficie puede ser lisa o rugosa.

2.2.4.3. Requerimientos del cultivo de arveja

2.2.1.3.1. Suelo

Leñano, F. (1974), nos dice que la arveja es una especie que requiere suelos de buena estructura, profundos, bien drenados, ricos en nutrimentos asimilables y de reacción levemente ácida a neutra. Los mejores resultados se logran en suelos con buen drenaje, que aseguren una adecuada aireación, y, a su vez, tengan la suficiente capacidad de captación y almacenaje de agua para permitir su normal abastecimiento, en especial durante su fase crítica (período de floración y llenado de vainas).

2.2.1.3.2. Clima

Monsalve, M. (2003), afirma que la planta se comporta muy bien en clima templado y templado-frío, con buena adaptación a períodos de bajas temperaturas

durante la germinación y primeros estados de la planta. Esto favorece su enraizamiento y macollaje. Su período crítico a bajas temperaturas ocurre, por lo general, a partir de la floración de las vainas. En estas condiciones pueden ocurrir daños por heladas de cierta intensidad. En general, las variedades de grano liso presentan mayor resistencia al frío que las rugosas. También, las de hojas verde oscuro tienen mayor tolerancia que las claras.

2.2.1.3.3. Agua

Puga, J. (1992), nos dice que la arveja es un cultivo que requiere entre 300 a 400 mm de agua, bien distribuidos durante el ciclo de producción. Es muy sensible a la sequía, sobre todo durante el período de crecimiento y floración, de allí que es necesario asegurarse de la disponibilidad de agua para riegos complementarios, en caso de que exista déficit en la pluviosidad y de la selección de suelos con buena capacidad de retención de humedad. En términos generales la mayor superficie de siembra de arveja en el país se localiza en zonas en las cuales la pluviosidad varía de 600 a 1200 mm, en los ciclos climáticos considerados como normales.

2.2.4.4. Manejo de cultivo

2.2.1.4.1. Selección del terreno

Prieto, afirma que se debe elegir lotes bien drenados, buena infiltración y/o escurrimiento superficial. Puga, J., (1992) afirma que la arveja es de ciclo relativamente corto y posee un sistema radical poco extendido y no alcanza a explorar exhaustivamente el suelo, requiere una alta dotación de nutrientes asimilables para desarrollar y producir altos rendimientos.

2.2.1.4.2. Preparación del suelo

Puga, J. (1992), afirma que el cultivo de arveja requiere por lo general pocas tareas preculturales, pero pueden presentarse ciertos problemas que oportunamente deberán resolverse para lograr buenos rendimientos en la preparación

del suelo; para el cultivo de arveja se debe realizar un arado para que el suelo este suelto, para su posterior siembra.

2.2.1.4.3. Siembra

Leñano, F. (1974), dice que el cultivo de la arveja requiere por lo general, pocas tareas culturales. La densidad de siembra es directamente en surcos, depositándose la semilla a 5 centímetros de profundidad, distancia entre planta 20 cm y entre hilera 40 cm.

2.2.1.4.4. Labores posteriores a la siembra

Prieto, nos afirma que el apretado del suelo, por ejemplo, debido a lluvias intensas después de las siembras, dificulta el nacimiento de las plantas. En estos casos, debe aplicarse la rotativa apenas la humedad del suelo lo permita; si con una pasada no se logra tierra suelta, debe volverse a pasar cruzando la anterior para mejorar la uniformidad de la emergencia de las plantas. El mismo problema del "apretado" del suelo puede presentarse después del nacimiento del cultivo; en este caso, debe pasarse la rotativa antes de que las plantas superen los 4 - 8 cm de altura.

2.2.1.4.5. Riego

Leñano, F. (1974) dice que se debe regar regularmente para que el suelo no se seque. Cuando las plantas se han desarrollado y comienzan a adquirir altura (20 cm.), cavar un surco poco profundo a unos 15 cm. de los tallos aporcando la tierra y regar cada 2 o 3 días.

2.2.1.4.6. Deshierbes y fertilización

Leñano, F. (1974) dice que en sus estados iniciales, la planta de arveja debe absorber el nitrógeno del suelo mientras no esté disponible el aporte que efectúan las bacterias simbióticas. A partir de este momento, por lo general, no es necesaria su aplicación por medio de la fertilización. El suelo debe proveer los demás nutrientes por

lo que se debe aplicar 120 kg /ha de P₂O₅ (fosforo), 50 kg /ha de nitrógeno y 100 kg/ha de K₂O (potasio), estos nutrientes requieren por lo general al inicio de su ciclo.

2.2.1.4.7. Cosecha

Leñano, F. (1974) dice que desde hace muchos años la cosecha se hace en forma directa. En algunas situaciones de enmalezamiento, o bien por problemas de uniformidad en la madurez, se recurre al desecado del cultivo mediante el uso de paraquat. Esto permite uniformar el lote y en algunos casos adelantar unos días la cosecha. La humedad de cosecha es de 14 %, y en líneas generales no hay mayores inconvenientes para lograr obtener mercadería sana.

2.2.1.4.8. Conservación

Puga, J. (1992), nos comenta que las arvejas que no se consuman de inmediato puede guardarse mediante el siguiente procedimiento denominado "blanqueado": Someter los granos a un rápido hervor, 5 minutos y luego enfriarlos inmediatamente con agua helada, escurrirlos, colocarlos en una bolsa de polietileno para congelarlos inmediatamente. Conservan todas sus características originales de arvejas frescas por mucho tiempo.

2.2.2. Fusarium (*Fusarium oxysporium*)

2.2.4.2. Características del hongo

Info@sico_arequipa.com.pe, nos manifiesta que los hongos del género fusarium son cosmopolitas y muy abundantes en las zonas tropicales y templadas del mundo. Es una de las más importantes especies del género fusarium, debido a las pérdidas económicas que causa en los cultivos comerciales. Está entre las especies más abundantes, cosmopolitas y complejas pues tiene más de 100 formas especiales caracterizadas por su alta especificidad en las plantas hospedantes que afecta. Este hongo se caracteriza por producir tres tipos de esporas: las microconidios, macroconidios y clamidosporas, estas últimas tienen paredes muy gruesas, lo cual las hace muy resistentes a condiciones ambientales desfavorables y a la ausencia de

hospedantes. Distintas formas especiales de *Fusarium oxysporium* pueden sobrevivir en un estado de reposo en el suelo durante muchos años (son viables después de 40 años). Una vez establecido este fitopatógeno no es posible erradicarlo.

2.2.4.3. Síntomas

Smith, L. (1988), manifiesta que desde la marchitez por fusarium es la enfermedad más importante causada por *Fusarium oxysporum*, el enfoque de esta sección será de este síntoma. En general, se marchita fusarium aparecen por primera vez como la limpieza de la vena leve en la parte exterior de las hojas más jóvenes, seguido por epinastia (a la baja caída) de las hojas más viejas. En la etapa de plántula, las plantas infectadas por *Fusarium oxysporum* pueden marchitarse y morir poco después de que aparezcan los síntomas. En las plantas más viejas, la limpieza y la vena de la hoja epinastia suelen ir seguidas de retraso del crecimiento, amarillamiento de las hojas inferiores, la formación de raíces adventicias, marchitez de las hojas y tallos jóvenes, defoliación, necrosis marginal de las hojas restantes y, finalmente, la muerte de toda la planta. Además, en las plantas más viejas, los síntomas generalmente se hacen más evidentes durante el período comprendido entre floración y maduración de la fruta.

2.2.4.4. Epidemiología

Agrios (1995), afirma que durante la primera fase del ciclo de la enfermedad el patógeno sobrevive a situaciones adversas, como la ausencia del hospedero y/o condiciones climáticas desfavorables. Las estrategias de sobrevivencia del inóculo pueden ser agrupadas en cuatro grupos: estructuras especializadas de resistencia, actividades saprofitas, plantas hospederas y vectores. Al presentarse las condiciones favorables, los propagulos (Inoculo) son liberados desde la fuente de inóculo, transportados y depositados sobre el cultivo sano para que la infección ocurra. Este proceso se denomina dispersión. Este inoculo es depositado sobre el tejido sano y susceptible y necesita condiciones específicas de ambiente para poder infectar iniciándose así el proceso de infección que incluye: pre-penetración, penetración y se completa con el establecimiento de las relaciones parasitarias estables entre el patógeno y el hospedante. Luego que se completa la infección el patógeno se desarrolla en el hospedero interfiriendo en su fisiología correspondiendo esta fase a la colonización.

Posteriormente, durante la fase de reproducción, el patógeno se multiplica y estas estructuras reproductivas serán diseminadas, que alcancen nuevos sitios de infección iniciándose un nuevo ciclo de infección correspondiente al ciclo secundario.

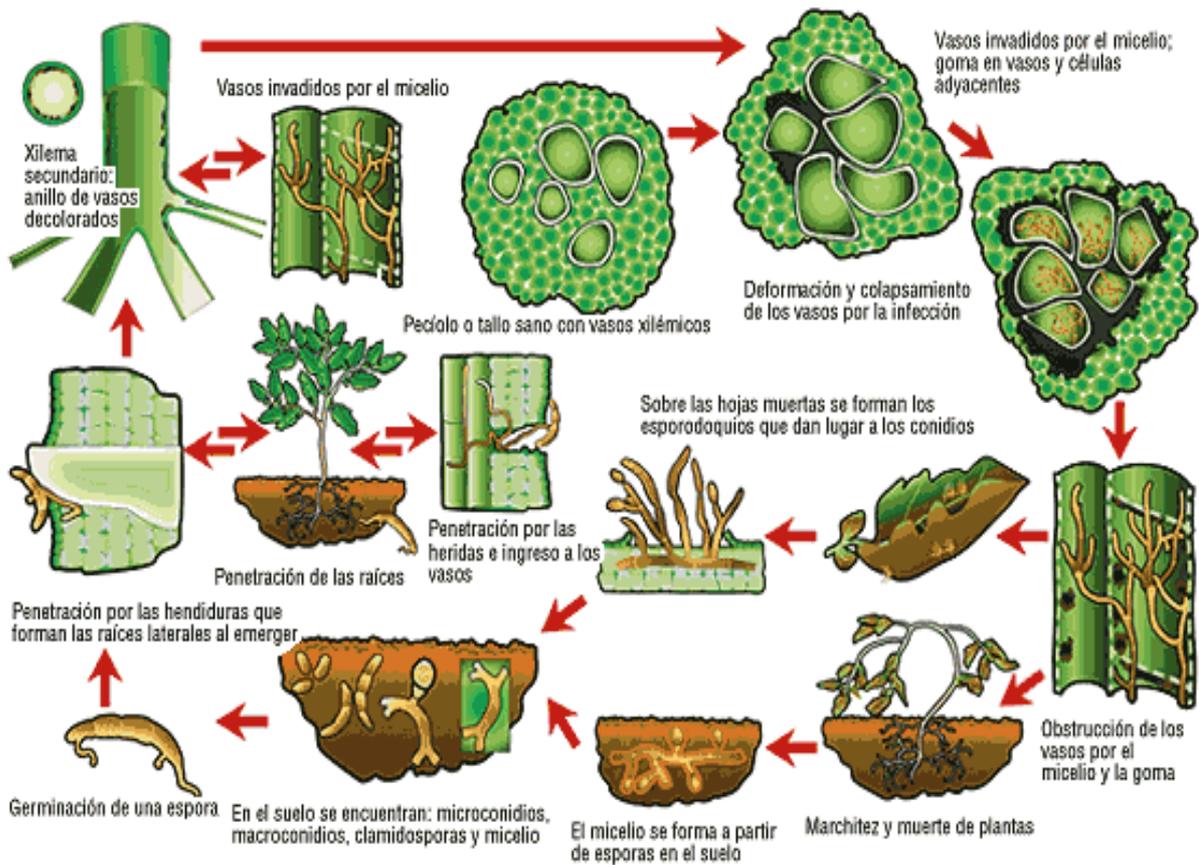
2.2.4.5. Dispersión

Agrios (1995) nos dice que la dispersión es el proceso responsable por el incremento de la enfermedad. La diseminación incluye tres subprocesos básicos: La liberación: definida como la expulsión del patógeno del lugar donde fue producido, dispersión corresponde al transporte del patógeno, deposición implica el asentamiento del patógeno sobre una determinada superficie. Para la mayoría de los fitopatógenos estas fases están bien definidas. Casi toda la dispersión de los fitopatógenos se lleva a cabo pasivamente mediante la participación de agentes de dispersión tales como el aire, el agua, los insectos, otros animales y el hombre. La dispersión activa se realiza a corta distancia siendo característica de hongos inferiores.

2.2.4.6. Ciclo de la enfermedad

Agrios (1995), nos comenta que *Fusarium oxysporum* es un patógeno activo y saprófito en el suelo y materia orgánica abundante, con algunas formas específicas que son patógenos de plantas (Smith et al., 1988). Su capacidad saprofítica le permite sobrevivir en el suelo entre los ciclos de cultivo en restos de plantas infectadas. El hongo puede sobrevivir, ya sea como micelio, o como cualquiera de sus tres tipos diferentes de esporas. Las plantas sanas pueden ser infectadas por *Fusarium oxysporum* si el suelo en que crecen está contaminada con el hongo. El hongo puede invadir una planta, ya sea con su tubo germinativo, esporangios o micelio invadiendo las raíces de la planta. Las raíces pueden ser infectadas directamente a través de las puntas de la raíz, a través de heridas en las raíces, o en el punto de formación de raíces laterales. Una vez dentro de la planta, el micelio crece a través de la intercelular corteza de la raíz. Cuando el micelio alcanza el xilema, que invade los vasos del xilema a través de los poros. En este punto, el micelio permanece en los vasos, donde por lo general avanza hacia arriba, hacia la madre y la corona de la planta.

FIGURA 1. CICLO DE VIDA DE *Fusarium oxysporium*



FUENTE: bayercropscience.com

Agrios (1995), nos dice que a medida que crece, las ramas del micelio producen microconidias, que son llevadas hacia arriba a través de la savia de la planta. Cuando las microconidias germinan, el micelio puede penetrar la pared superior del vaso del xilema, lo que permite que se produzcan más microconidias. El hongo también puede avanzar lateralmente, como el micelio penetra en los vasos del xilema adyacentes a través de los hoyos del xilema. Debido al crecimiento del hongo en el tejido vascular de la planta, el suministro de agua está muy afectado. Esta falta de agua induce que las hojas cierren los estomas, las hojas se marchitan, y la planta muere. Es en este punto que el hongo invade los tejidos parenquimatosos de la planta, hasta que finalmente llega a la superficie del tejido muerto, donde esporula abundantemente. La espora resultante puede ser utilizada como inóculo para la nueva propagación del hongo.

2.2.3. Rendimiento

Vidal, J. (1993), nos dice que debido al deficiente manejo técnico, el rendimiento de la arveja seca había disminuido mucho ya que en 1990 se cosecharon un promedio de 393 kilos por hectárea y en 1995 disminuyó a 235 kilos. Aunque el cultivo de arveja tierna se incrementó de 1.007 kilos por hectárea en 1990 a 1.131 kilos en 1995 tampoco colmaba las expectativas en cuanto a la rentabilidad. Esa realidad llevó al Programa Nacional de Leguminosas del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias a profundizar en sus investigaciones con el objetivo de encontrar especies más productivas para que los agricultores no comenzaran a abandonar el cultivo de este vegetal. Después de ocho años de labor consiguieron mejorar genéticamente cuatro variedades altamente rentables para los agricultores y de alto contenido proteico.

Alvarez, G. (1992), nos comenta que la arveja Andina es de origen argentino, tiene flor de color blanco, su grano es verde oscuro y el rendimiento promedio en grano seco es de 1.833 kilos por hectárea, mientras que en grano tierno es de 1.098 kilos en la misma área. La Lojanita tiene su origen en la sierra ecuatoriana, de flor blanca y grano de color crema, rinde 2.140 kilos por hectárea en grano seco y 2.496 kilos en grano tierno. La Roxana, también originaria de la Sierra ecuatoriana, tiene flor blanca, grano crema y rinde 1.973 kilos por hectárea en grano seco y 3.570 kilos en grano tierno. La cuarta especie que obtuvieron los investigadores se denomina arveja Esmeraldas y se origina en Colombia, con flor blanca, grano verde claro y su rendimiento en grano seco es de 1.640 kilos por hectárea y en grano tierno 2.436 kilos. Es muy marcada la diferencia de rendimiento entre las especies mejoradas y las especies comunes que habían sido cultivadas hasta ahora. En algunos casos es hasta cinco veces más.

2.2.4. Microorganismos eficientes autóctonos (emas)

Según Hurtado (2001), en su estudio de las funciones individuales de diferentes microorganismos, encontró que el éxito de su efecto potencializador estaba en su mezcla. Desde entonces, esta tecnología ha sido investigada, desarrollada y aplicada a una multitud de usos agropecuarios y ambientales, siendo utilizada en más de 80 países del mundo. Los microorganismos eficientes o EM son una combinación de

microorganismos beneficiosos de origen natural, que se han utilizado tradicionalmente en la alimentación.

2.2.4.1. Tipo de microorganismos que conforman el complejo E. M.

2.2.4.1.1. Bacterias fotosintéticas

Franz-Peter, M. (2006), comenta que son microorganismos independientes y que se conservan por sí solos. Crean sustancias provechosas de las secreciones de las raíces de material orgánico o de gases dañinos (sulfato de nitrógeno), aprovechando la luz del sol y el calor del suelo como fuente de energía. Las sustancias que crean contienen aminoácidos, ácido nucléico y sustancias bioactivas. Ellos sintetizan la glucosa que beneficia el crecimiento de las plantas, pero que también favorecen la eficacia de los actinomicetes.

2.2.4.1.2. Bacterias de ácido láctico

Franz-Peter, M. (2006) dice que producen el ácido láctico del azúcar y de otros hidratos de carbono que producen las bacterias fotosintéticas y la levadura. El ácido láctico obra como una fuente esterilizadora: oprime los microorganismos dañinos y fomenta una rápida descomposición del material orgánico.

2.2.4.1.3. Levadura

Franz-Peter, M. (2006), afirma que sintetizan las sustancias útiles de los aminoácidos y del azúcar que son segregados por las bacterias fotosintéticas, además de producir hormonas y enzimas que activan la división de las células. Sus secreciones son sustratos útiles para los microorganismos activos como las bacterias del ácido láctico y los actinomicetes.

2.2.4.1.4. Actinomyces

Franz-Peter, M. (2006), afirma que su estructura está entre las bacterias y la de los hongos; producen sustancias de aminoácidos que segregan las bacterias

fotosintéticas y el material orgánico. Estas sustancias reprimen los hongos y las bacterias dañinas y aceleran los enlaces de nitrógeno de la azotobacterias (bacterias de nitrógeno).

2.2.4.2. Modo de acción de los Microorganismos Eficientes

Sort (2002), nos afirma que los microorganismos eficientes actúan de manera que 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 eficientes para crecer, sintetizando aminoácidos, ácidos nucleicos, vitaminas, hormonas y otras sustancias bioactivas. Cuando los microorganismos eficientes 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 y suprimiendo microorganismos patógenos.

2.2.4.3. Efectos de los microorganismos eficientes sobre los cultivos

Schwirtlich, B. (2010), nos dice que los microorganismos eficientes, como inoculante microbiano, restablece el equilibrio microbiológico del suelo, mejorando sus condiciones físico-químicas, incrementando la producción de los cultivos y su protección; además conserva los recursos naturales, generando una agricultura sostenible. Entre los efectos sobre el desarrollo de los cultivos se pueden encontrar: 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. Promueve la floración, fructificación y maduración por sus efectos hormonales en zonas meristemáticas. Incrementa la capacidad fotosintética por medio de un mayor desarrollo foliar. Efectos en las condiciones físicas del suelo: Mejora la estructura y agregación de las partículas del suelo, reduce su compactación, incrementa los espacios porosos y mejora la infiltración del agua.

2.2.4.4. Captura de microorganismos eficientes autóctonos

2.2.4.4.1. Selección del área de captura

El área a seleccionar debe ser un área con gran población vegetal, preferible de árboles y arbustos. Debe observarse la situación de las especies presentes en el sector, analizar la estructura del suelo, sus antecedentes en el uso agrícola, ya que una vegetación sana y bien desarrollada permitirá la captura de los microorganismos.

2.2.4.4.2. Colocación de trampas

Una vez seleccionada el área donde colocaremos las trampas, procedemos a armarlas. Para esto primero debemos cocinar 1 kg. de arroz (sin sal), el cual será mezclado con 1 litro de melaza; una vez hecho esto, se distribuye el arroz en varias tarrinas plásticas, que serán cubiertas con un pedazo de nylon bien asegurado. Con las trampas terminadas, se procede a enterrarlas en número de cinco, bajo la copa de los árboles seleccionados. Procurar que la trampa quede bien cubierta por la misma tierra, y que cuente con la humedad necesaria.

2.2.4.4.3. Cosecha

Transcurridas 2 semanas, se desentierran las trampas, se podrá observar que el arroz está cubierto de diversas colonias de microorganismos de diferentes colores; mezclar todos los contenidos de las trampas y proceder a licuar para obtener una masa homogénea.

2.2.4.4.4. Solución Madre

Luego, mezclar el licuado con 5 litro de melaza, 5 kg.de harina de pescado y 15 litro de agua, con lo cual obtendremos una solución madre. A partir de esta solución madre podremos replicar el proceso para obtener más soluciones diluidas.

2.3 HIPÓTESIS

La aplicación de microorganismos eficientes autóctonos mejora el rendimiento del cultivo de arveja (*Pisum sativum*).

2.4 VARIABLES DE LA HIPÓTESIS

2.4.1. Variable independiente

Aplicación de microorganismos eficientes autóctonos

2.4.2. Variable dependiente

Rendimiento

2.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

CUADRO 1. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

TIPO DE VARIABLE	CONCEPTO	CATEGORÍA	INDICADORES	ÍNDICE
INDEPENDIENTE	Aplicación de microorganismos eficientes autóctonos	Dosis	1,5	cc
			1,0	cc
			0,5	cc
		Días	A los 15 días de la emergencia	# de aplicaciones
			Cada 15 días	# de aplicaciones
			A los 21 días de la emergencia	# de aplicaciones
			Cada 21 días	# de aplicaciones
DEPENDIENTE	Rendimiento	Incidencia	Tejido afectado	%
		Vaina/planta	Vainas	Número
		Granos/vaina	Granos	Número
		Grano	Peso	g
		100 granos	Peso	g
		Rendimiento	Peso	Kg/ha

CAPÍTULO 3

METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE, MODALIDAD Y TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.7.1. Enfoque

El ensayo fue cuali – cuantitativo, pues se esperaba incrementar el rendimiento del cultivo de arveja con la disminución de incidencia de *Fusarium oxysporium*.

3.7.2. Modalidad

La investigación fue de campo, dentro de la cual se realizó la investigación experimental, y que a su vez tuvo sustento de la investigación bibliográfica-documental.

3.7.3. Tipo de investigación

El tipo de investigación fue exploratorio y explicativo, pues se trató de conocer la eficiencia de los métodos aplicados. Además se trató de conseguir una explicación técnica de los resultados obtenidos.

3.2. UBICACIÓN DEL ENSAYO

Este proyecto se efectuó en la propiedad del Sr. Walter Alvino Núñez Bermúdez, que se encuentra localizada en el caserío San Pedro, parroquia Montalvo, al oriente del cantón Ambato, provincia de Tungurahua. Según el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) se encuentra en la altitud de 2.814 msnm y en las siguientes coordenadas: 78° 34´ de longitud Este y 1° 25´ de latitud Sur.

3.3. CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR

3.2.1. Clima

Según la Estación Meteorológica de primer orden ubicada en “Querochaca” (2005 – 2009), da a conocer que el clima de esta zona es templado, con temperatura media de 12.5° C, y precipitación anual de 600 mm, humedad relativa de 77 % y velocidad de viento de 4.2 m/s.

3.2.2. Suelo

La característica del suelo de la zona es arenoso y franco – arenoso. Con pendiente del 1% y un relieve plano ondulado.

3.2.3. Agua

La propiedad cuenta con agua de riego del Sistema Ambato – Huachi – Pelileo módulo 9-1. Con un caudal de 28 litros por segundo y un pH de 7.4.

3.4. FACTORES DE ESTUDIO

3.4.1. Dosis de microorganismos eficientes autóctonos (D)

	Dosis
D1	1.5 cc / 1 agua
D2	1 cc / 1 agua
D3	0.5 cc / 1 agua

3.4.2. Días de aplicación (F)

F1	a los 15 días de la emergencia
F2	cada 15 días
F3	a los 21 días de la emergencia
F4	cada 21 días

En ésta investigación los días de aplicación fueron a los 15 días una sola aplicación, cada 15 días se realizó 9 aplicaciones, a los 21 días con una aplicación y cada 21 días con 6 aplicaciones.

3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

La presente investigación se realizó con un diseño experimental de bloques completos al azar con análisis grupal $4 \times 3 + 1 = 13$ con 3 repeticiones. Los grupos fueron conformados de acuerdo a las dosis a utilizar tenemos los siguientes:

Grupo 1: dosis de 1,5 cc emas / litro

Grupo 2: dosis de 1 cc emas / litro

Grupo 3: dosis de 0,5 cc emas / litro

3.6. TRATAMIENTOS

Los tratamientos se caracterizarán por la combinación de dosis y frecuencias. Con un testigo el cual no se da ningún tipo de tratamiento.

CUADRO 2. TRATAMIENTOS

Nº	TRATAMIENTO	DESCRIPCIÓN
1	D1F1	1.5 cc emas/ l agua, a los 15 días
2	D1F2	1.5 cc emas/ l agua, cada 15 días
3	D1F3	1.5 cc emas / l agua, a los 21 días
4	D1F4	1.5 cc emas/ l agua, cada 21 días
5	D2F1	1 cc emas / l agua, a los 15 días
6	D2F2	1 cc emas/ l agua, cada 15 días
7	D2F3	1 cc emas/ l agua, a los 21 días
8	D2F4	1 cc emas/ l agua, cada 21 días
9	D3F1	0.5 cc emas/ l agua, a los 15 días
10	D3F2	0.5 cc emas/ l agua, cada 15 días
11	D3F3	0.5 cc emas/ l agua, a los 21 días
12	D3F4	0.5 cc emas/ l agua, cada 21 días
13	T	-

3.7. DISEÑO DE CAMPO

3.7.1. Distribución de tratamientos y repeticiones en el campo

El esquema del ensayo se presenta en el anexo 1, donde se detalla la disposición de tratamientos y repeticiones en el campo

3.7.2. Memoria

Número de tratamientos:	13
Número total de parcelas:	39
Largo de la parcela:	1,0 m
Ancho de la parcela:	1,0 m
Distancia entre hilera:	0,40 m
Distancia entre planta:	0,20 m
Número de plantas por parcela total	15
Número de plantas por parcela neta	5
Número de surcos	3
Área neta del ensayo	39 m ²
Área total del ensayo	147m ²

3.8. DATOS TOMADOS

3.8.1. Porcentaje de incidencia

El porcentaje de incidencia de la enfermedad se determinó antes de la cosecha en cinco plantas tomadas al azar, con los datos obtenidos se procedió a calcular según la fórmula:

$$I (\%) = \frac{\text{N}^\circ \text{ de plantas afectadas}}{\text{N}^\circ \text{ total de plantas}} \times 100$$

3.8.2. Número de vainas en la planta

Se realizó el conteo de las vainas de 5 plantas tomadas al azar a la cosecha.

3.8.3. Número de granos en la vaina

Se contaron los granos de 5 vainas tomadas al azar de 5 plantas de la parcela neta a la cosecha.

3.8.4. Peso del grano

Se determinó el peso de los granos tiernos de 5 vainas tomadas de 5 plantas al azar de la parcela y se procedió a pesar en una balanza analítica.

3.8.5. Peso de 100 granos

Se determinó el peso de 100 granos escogidos al azar de la parcela total después de la cosecha.

3.8.6. Rendimiento

Se pesó los granos de las plantas de la parcela total, con estos valores se expresó en kg/ha, calculando mediante la regla de tres

3.9. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Se realizó el análisis de varianza (ADEVA), para las fuentes de variación que presentaron diferenciación estadística significativa se realizó la prueba de Tukey al 5%. Para el análisis se utilizó la siguiente tabla:

Fuente de variación	G.L.
Repeticiones	2
Tratamientos	12
Entre grupos	3
Grupo 1 (D1)	3
Grupo 2 (D2)	3
Grupo 3 (D3)	3
Error Experimental	24
Total	38

3.10. MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN

3.10.1. Preparación del suelo

Para la investigación se realizó la preparación del terreno en la cual se utilizaron herramientas manuales, realizando el aflojamiento, limpieza y nivelación dejándolo listo para realizar las parcelas las cuales tuvieron un área de 1m^2 , para ésta labor se utilizaron los siguientes materiales: flexómetro, piola y estacas. Con anticipación al trazado de las parcelas se ubicó zarán alrededor del lugar de la investigación para evitar

3.10.2. Siembra

La siembra se realizó a una distancia de 40 cm entre hileras y 20 cm entre plantas, la siembra se realizó depositando dos semillas por golpe.

3.10.3. Raleo

Se realizó cuando la planta tuvo 5 cm de altura, alrededor de 20 días después de la siembra; esta labor consistió en elegir las plantas que mejores características tienen como vigor, tamaño, etc., dejando una planta por sitio.

3.10.4. Deshierbas

Para su realización se utilizó herramientas manuales como el azadón, se realizaron en dos ocasiones, la primera se realizó a los 30 días después de la siembra y la segunda a los 60 días después de la siembra. Las malezas se incorporaron en el mismo terreno.

3.10.5. Riegos

Los riegos se efectuaron cada ocho días, mediante el método de riego gravitacional.

3.10.6. Controles fitosanitarios

En el cultivo de arveja se aplicó fermento de ajo en una dosis de 5 cc en un litro de agua, esto con el fin de eliminar la mosca blanca en dicho cultivo, labor que resulto aceptable para dicha plaga.

3.10.7. Aplicación de microorganismos eficientes autóctonos

La aplicación de emas (microorganismos eficientes activados) en las dosis propuestas, se realizó una sola aplicación a los 15 días en las dosis propuestas, y otra aplicación a los 21 días en las dosis previstas, la siguiente aplicación se realizó cada 15 días con nueve aplicaciones durante la duración del cultivo, y cada 21 días con seis aplicaciones. Ésta aplicación se realizó con un atomizador, su aplicación se realizó a partir de la emergencia de la planta.

3.10.8. Cosecha

La cosecha se realizó cuando las vainas alcanzaron su estado de madurez comercial (aproximadamente a los 90 días) en estado tierno o verde.

CAPÍTULO 4

RESULTADOS, ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y DISCUSIÓN

4.1 PORCENTAJE DE INCIDENCIA

En el cuadro 3 de análisis de varianza para la variable porcentaje de incidencia, se observa una significación estadística entre tratamientos, mientras que entre repeticiones no existe significación; realizado el análisis grupal se presenta una alta significación estadística. El coeficiente de variación es de 10,56%, según Ferreira (2000), manifiesta que el experimento presenta una buena precisión experimental. Con una media de 54,49 por ciento (anexo 2)

CUADRO 3. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE PORCENTAJE DE INCIDENCIA

F.V.	SC	Gl	CM	F
REPETICIONES	57,9233	2	28,9617	0,87 NS
TRATAMIENTOS	1164,8142	12	97,0678	2,93 *
ENTRE GRUPOS	948,1880	3	316,0627	9,54 **
GRUPO D1	79,1058	3	26,3686	0,80 NS
GRUPO D2	75,6660	3	25,2220	0,76 NS
GRUPO D3	61,8545	3	20,6182	0,62 NS
Error	795,0556	24	33,1273	
Total	2017,7931	38		

Coeficiente de variación: 10,56%

**= Altamente significativo

*= Significativo

NS= No significativo

Realizada la prueba de significación de Tukey al 5% para la variable porcentaje de incidencia (Cuadro 4), se observa dos rangos de significación. El tratamiento que presenta menor porcentaje de incidencia es el D1F2, con una media de 47,25 por

ciento, mientras que el tratamiento con mayor incidencia es el testigo (T) con una media de 68,54 por ciento.

CUADRO 4. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE INCIDENCIA

TRATAMIENTOS	Media (%)	Rangos	
D1F2	47,25	a	
D1F4	48,57	a	
D2F1	49,22	a	
D1F3	50,75	a	
D2F2	51,23	a	
D1F1	54,04	a	b
D3F1	54,37	a	b
D2F3	54,55	a	b
D2F4	55,45	a	b
D3F4	55,55	a	b
D3F2	59,36	a	b
D3F3	59,48	a	b
T	68,54		b

En el cuadro 5 de la prueba de Tukey al 5%, análisis entre grupo, en la variable porcentaje de incidencia se observa dos rangos de significación, donde el grupo D1 (1,5cc emas/l agua) presenta un mejor resultado con una media de 50,15 por ciento de incidencia y el grupo con mayor incidencia es el T (testigo) con una media de 68,54 por ciento.

Debido a que los microorganismos eficientes ofrecen una protección biológica a la planta, destruye el inóculo patógeno presente y contribuye a prevenir su formación. Infoandina (s.f.) indica que las bacterias del ácido láctico suprimen los microorganismos nocivos y mejoran la descomposición de la materia orgánica; en tanto el Lactobacillus, promueve la fermentación y la rotura de la lignina y la celulosa, lo que permite una descomposición más rápida de los materiales vegetales, además de prevenir enfermedades como el hongo fusarium.

CUADRO 5. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA EL ANÁLISIS ENTRE GRUPOS EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE INCIDENCIA

GRUPOS	Medias	Rangos
D1 (1,5 cc emas/l agua)	50,15	a
D2 (1 cc emas/l agua)	52,61	a
D3 (0,5 cc emas/l agua)	57,19	a
T	68,54	b

4.2 NÚMERO DE VAINAS EN LA PLANTA

En el cuadro 6 de Análisis de Varianza para la variable número de vainas en la planta, se muestra que entre tratamientos y repeticiones existen significación. El análisis grupal indica significación estadística. El coeficiente de variación es de 10,42% lo que indica que el experimento presenta una buena precisión experimental según Ferreira (2000). Con un promedio de 6,48 vainas (anexo 3)

CUADRO 6. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE NÚMERO DE VAINAS EN LA PLANTA

F.V.	SC	GL	CM	F
REPETICIONES	4,5819	2	2,2909	5,02 *
TRATAMIENTOS	13,0786	12	1,0899	2,39 *
ENTRE GRUPOS	6,7006	3	2,2335	6,27 *
GRUPO D1	2,7518	3	0,9173	3,29 NS
GRUPO D2	1,9208	3	0,6403	1,36 NS
GRUPO D3	1,7054	3	0,5685	7,04 NS
Error	10,9553	24	0,4565	
Total	28,6158	38		

Coeficiente de variación: 10,42%

*= Significativo

NS= No significativo

Realizada la prueba de significación de Tukey al 5% para la variable número de vainas en la planta (Cuadro 7), se observa dos rangos de significación, donde el tratamiento D1F2 presentó el mejor resultado, con una media de 7,29 vainas en cada planta. El tratamiento que presentó los peores resultados fue el Testigo con una media de 5,05 vainas

CUADRO 7. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE NÚMERO DE VAINAS EN LA PLANTA

TRATAMIENTO	Media (número)	Rangos	
D1F2	7,29	a	
D2F1	7,18	a	
D3F3	7,18	a	
D1F1	6,84	a	b
D3F2	6,77	a	b
D2F3	6,55	a	b
D2F2	6,40	a	b
D3F1	6,38	a	b
D3F4	6,20	a	b
D1F3	6,17	a	b
D1F4	6,17	a	b
D2F4	6,08	a	b
T	5,05		b

En el cuadro 8 de la prueba de Tukey al 5%, análisis entre grupos, en la variable número de vainas en la planta se observa que existe dos rangos de significación en donde los grupos que presentaron los mejores resultados fueron el grupo D1 (1,5 cc emas/l agua) y el grupo D3 (0,5 cc emas/l agua), sin embargo las diferencias estadísticas no son muy relevantes.

Microbiología (2009), indica que los Microorganismos Eficientes aumentan el vigor y crecimiento del tallo y raíces, por su efecto promotor del crecimiento vegetal, con la presencia de hormonas.

CUADRO 8. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA EL ANÁLISIS ENTRE GRUPOS EN LA VARIABLE NÚMERO DE VAINAS EN LA PLANTA

GRUPOS	Media (#)	Rangos
D3 (0,5 cc emas/l agua)	6,63	a
D1 (1,5 cc emas/l agua)	6,62	a
D2 (1 cc emas/l agua)	6,55	a
T	5,05	b

4.3 NÚMERO DE GRANOS EN LA VAINA

Según el cuadro 9 de análisis de varianza para la variable número de granos en la vaina, no existe diferencia estadística tanto entre repeticiones como en tratamientos. El análisis grupal presenta alta significación estadística. El coeficiente de variación es de 12,58% lo que para Ferreira (2000) significa que el experimento presenta una buena precisión experimental, la media fue de 3,93 granos (anexo 4)

CUADRO 9. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE NÚMERO DE GRANOS EN LA VAINA

F.V.	SC	GL	CM	F
REPETICIONES	1,2477	2	0,6238	2,56 NS
TRATAMIENTOS	5,3224	12	0,4435	1,82 NS
ENTRE GRUPOS	3,8824	3	1,2941	5,30 **
GRUPO D1	0,2637	3	0,0879	1,54 NS
GRUPO D2	0,7554	3	0,2518	5,56 NS
GRUPO D3	0,4210	3	0,1403	1,42 NS
Error	5,8570	24	0,2440	
Total	12,4271	38		

Coeficiente de variación: 12,58%

**= Altamente significativa

NS= No significativo

En el cuadro 10 de la prueba de Tukey al 5%, para el análisis entre grupos, en la variable número de granos en la vaina se observan dos rangos de significación, los grupos que presentaron los mejores resultados fueron el grupo D1 (1,5 cc emas/l agua) y el grupo D2 (1 cc emas/l agua), sobresaliendo el grupo D1 con una media de 4,04 granos en cada vaina; teniendo en cuenta que las diferencias estadísticas no son muy relevantes.

En lo que respecta a dosis de microorganismos eficientes se deduce que mientras mayor sea ésta mejores resultados se van a obtener ya que no existen investigaciones a cerca de los efectos de dosis altas.

CUADRO 10. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA EL ANÁLISIS ENTRE GRUPOS EN LA VARIABLE NÚMERO DE GRANOS EN LA VAINAS

GRUPOS	Media (#)	Rangos
D1 (1,5 cc emas/l agua)	4,04	a
D2 (1 cc emas/l agua)	4,03	a
D3 (0,5 cc emas/l agua)	3,99	a
T	2,84	b

4.4 PESO DEL GRANO

En el cuadro 11 de Análisis de Varianza para la variable peso del grano, se muestra que entre tratamientos existe una alta significación estadística y no significativo entre repeticiones. Realizado el análisis grupal se obtiene una alta significación estadística entre grupos. El coeficiente de variación es de 10,28%; Ferreira (200) indica que el experimento tiene una buena precisión experimental. Con un promedio de 0,33 gramos cada grano (anexo 5).

CUADRO 11. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE PESO DEL GRANO

F.V.	SC	GL	CM	F
REPETICIONES	0,0033	2	0,0017	1,49 NS
TRATAMIENTOS	0,6347	12	0,0054	4,80 **
ENTRE GRUPOS	0,0375	3	0,0125	11,36 **
GRUPO D1	0,0086	3	0,0029	2,64 NS
GRUPO D2	0,0030	3	0,0010	0,91 NS
GRUPO D3	0,0156	3	0,0052	4,73 *
Error	0,0269	24	0,0011	
Total	0,0949	38		

Coefficiente de variación: 10,28%

**= Altamente significativo

NS= No significativo

Efectuada la prueba de significación de Tukey al 5% para la variable peso del grano (cuadro 12), se observa dos rangos de significación, donde el tratamiento D1F2 presentó el mejor resultado con una media de 0,37 gramos, mientras que el tratamiento el testigo presentó resultados no deseados con una media de 0,22 gramos.

CUADRO 12. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA EL ANÁLISIS ENTRE TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE PESO DEL GRANO

TRATAMIENTOS	Media (g)	Rangos
D1F2	0,37	a
D3F4	0,36	a
D1F1	0,36	a
D2F3	0,35	a
D3F2	0,35	a
D1F3	0,35	a
D2F1	0,35	a
D2F2	0,34	a
D2F4	0,31	a b
D1F4	0,30	a b
D3F3	0,30	a b
D3F1	0,28	a b
T	0,22	b

En el cuadro 13 de la prueba de Tukey al 5%, análisis entre grupo, en la variable peso del grano se observan dos rangos de significación, los grupos que presentaron los mejores resultados fueron el grupo D1 (1,5 cc emas/l agua) y el grupo D2 (1 cc emas/l agua), con una media de 0,34 gramos; sin embargo no existen diferencias estadísticas muy relevantes.

CUADRO 13. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA EL ANÁLISIS ENTRE GRUPOS EN LA VARIABLE PESO DEL GRANO

GRUPOS	Media (g)	Rangos
D1 (1,5 cc emas/l agua)	0,34	a
D2 (1 cc emas/l agua)	0,34	a
D3 (0,5 cc emas/l agua)	0,32	a
T	0,22	b

El cuadro 14 de la prueba de significación de Tukey al 5% para el análisis dentro del grupo D3 (0,5 cc emas/l agua) en la variable peso del grano, se observan dos rangos de significación, teniendo el mejor resultado el tratamiento D3F4 (0,5 cc emas/l agua con frecuencia de aplicación de cada 21 días) con una media de 0,36 gramos y el que no presentó buenos resultados fue el tratamiento D3F1 (0,5 cc emas/l agua con aplicación a los 15 días) con una media de 0,28 gramos.

En lo que respecta a dosis de microorganismos eficientes se deduce que mientras mayor sea ésta mejores resultados se van a obtener ya que no existen investigaciones a cerca de los efectos de dosis altas.

CUADRO 14. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA EL ANÁLISIS DENTRO DEL GRUPOS D3 EN LA VARIABLE PESO DEL GRANO

GRUPOS	Media (g)	Rangos	
D3F4 (Cada 21 días)	0,36	a	
D3F2 (Cada 15 días)	0,35	a	b
D3F3 (A los 21 días)	0,30	a	b
D3F1 (A los 15 días)	0,28		b

4.5 PESO DE 100 GRANOS

En el cuadro 15 de Análisis de Varianza para la variable peso de 100 granos, se muestra que no existe significación entre tratamientos y repeticiones. El análisis grupal muestra significación estadística entre grupos. El coeficiente de variación es de 9,59% lo que para Ferreira (2000) significa que el experimento presenta una óptima precisión experimental, ya que el valor obtenido es inferior al 10%. El promedio es de 34,68 gramos (anexo 6).

CUADRO 15. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE PESO DE 100 GRANOS

F.V.	SC	GL	CM	F
REPETICIONES	29,7724	2	14,8862	1,35 NS
TRATAMIENTOS	291,6123	12	24,3010	2,20 NS
ENTRE GRUPOS	124,8078	3	41,6026	3,76 *
GRUPO D1	77,8223	3	25,9408	2,34 NS
GRUPO D2	39,4111	3	13,1370	1,19 NS
GRUPO D3	49,5711	3	16,5237	1,49 NS
Error	265,5377	24	11,0641	
Total	586,9223	38		

Coefficiente de variación: 9,59%

*= Significativo

NS= No significativo

En el cuadro 16 de la prueba de Tukey al 5%, análisis entre grupo, en la variable peso de 100 granos se observan dos rangos de significación, donde el grupo D3 (0,5 cc emas/l agua), con una media de 36,20 gramos y el grupo que muestra resultados no deseados es el testigo (T) con una media de 0,29 gramos.

Webmaster (2009), menciona que los microorganismos eficientes mejoran los rendimientos de los cultivos bajo sistemas de producción orgánica y presenta los siguientes beneficios económicos:- La necesidad de usar EM disminuye con el tiempo, porque los microorganismos se propagan por sí solos; la microflora del suelo se vuelve abundante. Cuando las condiciones facilitan la propagación de los microorganismos, las aspersiones serán ocasionales, para mantener las poblaciones.

CUADRO 16. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA EL ANÁLISIS ENTRE GRUPOS EN LA VARIABLE PESO DE 100 GRANOS

GRUPOS	Media (g)	Rangos
D3 (0,5 cc emas/l agua)	36,20	a
D2 (1 cc emas/l agua)	34,79	a
D1 (1,5 cc emas/l agua)	34,49	a
T	29,00	b

4.6 RENDIMIENTO

En el cuadro 17 de Análisis de Varianza para la variable rendimiento, se observa significación entre tratamientos. El análisis grupal presenta significación estadística. El coeficiente de variación es de 14,21% según Ferreira (2000) significa que el experimento presentó una buena precisión experimental. Con un promedio de 665,56 kilogramos por hectárea (anexo 7).

CUADRO 17. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO

F.V.	SC	GL	CM	F
REPETICIONES	8225,5046	2	4112,7523	0,46 NS
TRATAMIENTOS	275081,5039	12	22923,4587	2,56 *
ENTRE GRUPOS	118354,9584	3	39451,6528	4,41 *
GRUPO D1	80553,1153	3	26851,0384	3,00 NS
GRUPO D2	6948,9576	3	2316,3192	0,26 NS
GRUPO D3	69224,4727	3	23074,8242	2,58 NS
Error	214679,6740	24	8944,9864	
Total	497986,6825	38		

Coficiente de variación: 14,21%

*= Significativo

NS= No significativo

Realizada la prueba de significación de Tukey al 5% para la variable rendimiento (Cuadro 18), se observan dos rangos de significación, el tratamiento que mejor respuesta obtuvo es el D1F2 con una media de 834,35 kilogramos por hectárea. Teniendo en cuenta que el testigo (T) obtuvo el menor rendimiento con una media de 510,09 kilogramos por hectárea.

CUADRO 18. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE RENDIMIENTO

TRATAMIENTOS	Media (Kg/Ha)	Rangos	
D1F2	834,35	a	
D3F4	774,56	a	b
D3F3	738,41	a	b
D1F1	713,90	a	b
D1F3	713,11	a	b
D2F3	670,60	a	b
D2F4	643,75	a	b
D3F2	640,44	a	b
D2F2	616,80	a	b
D2F1	609,68	a	b
D1F4	602,72	a	b
D3F1	583,92	a	b
T	510,09		b

En el cuadro 19 de la prueba de Tukey al 5%, análisis entre grupo, en la variable rendimiento se observan dos rangos de significación, el grupo que mejor resultado dio es el D1 (1,5cc emas/l agua) con una media de 716,02 kilogramos por hectárea; mientras que el testigo no presentó buenos resultados con una media de 510,09 kilogramos por hectárea.

Webmaster (2009), menciona que los microorganismos eficientes mejoran los rendimientos de los cultivos bajo sistemas de producción orgánica.

CUADRO 19. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA EL ANÁLISIS ENTRE GRUPOS EN LA VARIABLE RENDIMIENTO

GRUPOS	Media (Kg/Ha)	Rangos	
D1 (1,5 cc emas /l agua)	716,02	a	
D3 (0,5 cc emas /l agua)	684,33	a	
D2 (1 cc emas /l agua)	635,21	a	b
T	510,09		b

4.7 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Los resultados obtenidos en el control orgánico de *Fusarium oxysporium* en el cultivo de arveja (*Pisum sativum*), permite aceptar la hipótesis por cuanto la dosis de microorganismos eficientes autóctonos D1 (1,5 cc emas/l agua) y la frecuencia F2 (cada 15 días) incidieron notablemente para las variables en estudio, mostrando un mejor rendimiento. Lo cual permite aceptar que con un control orgánico en este caso utilizando dosis y frecuencias de microorganismos eficientes autóctonos en el cultivo de arveja (*Pisum sativum*) son efectivas para obtener un mejor rendimiento.

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

A. Con la aplicación de microorganismos eficientes autóctonos se puede concluir en base al rendimiento, que el tratamiento D1F2 (1,5cc de emas/l agua con una frecuencia de 15 días) logró el mejor peso promedio con un valor medio de 834,35 kilogramos por hectárea.

B. La dosis con 1,5 centímetros cúbicos de microorganismos eficientes autóctonos fue la adecuada para mejorar el rendimiento en el cultivo de arveja (*Pisum sativum*) en el sector San Pedro, parroquia Montalvo, cantón Ambato, provincia de Tungurahua.

C. La mejor frecuencia fue aplicando cada 15 días microorganismos eficientes autóctonos, esto permitió mejorar el rendimiento en el cultivo de arveja (*Pisum sativum*) en el sector San Pedro, parroquia Montalvo, cantón Ambato, provincia de Tungurahua.

D. En las variables porcentaje de incidencia, porcentaje, número de vainas en la planta, peso del grano y peso de 100 granos el mejor tratamiento fue D1F2 (1,5 cc de emas/l agua con una frecuencia de 15 días), ya que con dicha dosis y frecuencia se obtuvieron los mejores resultados.

E. El mejor grupo para la variable número de granos en la vaina fue D1 (1,5cc de emas/l agua) con una media de 4,04 granos en la vaina.

5.2 RECOMENDACIONES

A. Para obtener un mejor rendimiento se recomienda utilizar la dosis de microorganismos eficientes con 1,5cc disueltos en un litro de agua, con una frecuencia 15 días, por cuanto dicho tratamiento resultó ser el mejor en las condiciones de manejo que se desarrolló el ensayo.

B. Realizar investigaciones sobre la interacción de microorganismos eficientes autóctonos con abonos orgánicos en los diferentes cultivos, que permitan desarrollar un paquete tecnológico para la producción.

C. Realizar investigaciones sobre la captura de microorganismos eficientes autóctonos para un mejor entendimiento de los diversos trabajos.

CAPÍTULO 6

PROPUESTA

6.1. TÍTULO

Control orgánico de fusarium (*Fusarium oxysporium*) en arveja (*Pisum sativum*) aplicando microorganismos eficientes autóctonos mas biol.

6.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

Guamán, L. (2008), en su trabajo de investigación sobre evaluación de rendimiento de híbridos del cultivo de maíz (*Zea mayz* L.) a la aplicación de dosis de biol mas microorganismos eficientes (EM) en la zona de Babahoyo ha determinado que la mayor área foliar se manifiesta en el material INIAP-601 con la aplicación de Biol 1.0 L/ha + EM 1.0 L/ha; el mayor número de mazorca por planta se presenta en el híbrido INIAP-601 con Biol 0.5 L/ha + EM 0.5 L/ha; la fertilización orgánica foliar originó incremento en la producción de granos en los híbridos estudiados Analizando las conclusiones se recomienda: Aplicar Biol 1,5 L/ha + EM 1,5 L/ha, ya que presentó mayor efecto fitoregulator en los híbridos estudiados.

Álvarez (1992), en su trabajo de investigación sobre evaluación de *Bacillus subtilis* en el control biológico de *Fusarium oxysporium* en arveja china determinó que la dosis de 16 onzas de *Bacillus subtilis* en 100 libras de semilla, fue la más eficiente controlando *Fusarium oxysporium*.

6.3. JUSTIFICACIÓN

Aguirre, M. (2004), nos dice que el cultivo de arveja tiene un papel muy importante en la alimentación de las familias ecuatorianas, ya que es una buena fuente proteica, tanto para humanos como para animales. Tiene entre 22% a 25% de proteína. Para el consumo de aves y cerdos es su follaje. La presencia de proteínas vegetales como las lectinas le confiere a las arvejas propiedades anticoagulantes, sobre todo para evitar los trombos o coágulos que se forman en las arterias. Por este motivo, es recomendable consumir arvejas o soja con frecuencia; sobre todo es de beneficio para

aquellas personas propensas a formar estas alteraciones, que se da con mayor frecuencia en aquellos que tienen lo que se llama comúnmente la sangre espesa. La industrialización de la arveja es un proceso sencillo, que se puede hacer por medio de la deshidratación, o por el proceso de esterilización al vapor con lo que se produce el enlatado. Esto ayuda a las amas de casa en la preparación rápida de alimentos.

Patiño, M. (1999), nos dice que entre los principales usos de la arveja, destaca el consumo de su semilla inmadura, en la forma conocida de arveja verde. En este mismo estado, los granos pueden ser procesados para la obtención de conservas, en forma de producto enlatado o congelado. En algunos países, a través del cultivo de variedades especiales se consumen las vainas enteras inmaduras a semejanza de los porotos verdes. El grano seco, que es la forma principal en que utiliza la arveja, a nivel mundial puede destinarse directamente para el consumo humano, comercializándose sus granos enteros o partidos, con o sin presencia de cutícula. El grano seco, a través de un proceso de rehidratación, también se usa en la industria conservera para enlatado. De esta misma forma es usado extensivamente para consumo animal, especialmente en Rusia y partes de Europa.

6.4. OBJETIVO

Controlar fusarium en el cultivo de arveja (*Pisum sativum*) con la aplicación de microorganismos eficientes más biol

6.5. FUNDAMENTACIÓN

6.5.1. Arveja (*Pisum sativum*)

Info@océano.com, afirma que la arveja posee una raíz principal pivotante y raíces laterales que se ramifican. La capacidad de profundización de su sistema radicular no resulta tan acentuada como las de otras leguminosas, por lo que esta planta requiere bastante agua. (Cubero y Moreno. 1983), manifiestan que los tallos son angulosos de sección y parte variable. La ramificación puede adoptar diversas formas que es interesante determinarlas, por que en cierta forma de ellas depende el

rendimiento. En este último aspecto cabe indicar, que existen grupos varietales de arveja: variedades enanas, cuyo tallo alcanza entre 15 y 90 cm. de altura, variedades medio enrame cuyo tallo miden 90-150 cm. y variedades de enrame de tallos con una longitud comprendida entre 150-300 cm.

6.5.2. Microorganismos eficientes autóctonos (emas)

Según Hurtado (2001), en su estudio de las funciones individuales de diferentes microorganismos, encontró que el éxito de su efecto potencializador estaba en su mezcla. Desde entonces, esta tecnología ha sido investigada, desarrollada y aplicada a una multitud de usos agropecuarios y ambientales, siendo utilizada en más de 80 países del mundo. Los microorganismos eficientes o EM son una combinación de microorganismos beneficiosos de origen natural, que se han utilizado tradicionalmente en la alimentación, o que se encuentran en los mismos. Contiene principalmente organismos beneficiosos de cuatro géneros principales: bacterias fototróficas, levaduras, bacterias productoras de ácido láctico y hongos de fermentación

6.5.3. Biol

Según Berrú (2001), en su estudio el biol, un abono orgánico natural para mejorar la producción agrícola dice que el uso de agroquímicos vuelve a las plagas más resistentes y los sembríos son propensos a la destrucción. Los mata malezas a mas endurecer y cansar los suelos, también arrasan con los microorganismos, el biol es una excelente alternativa para el fortalecimiento del follaje de las plantas y recuperación de los suelos. Su uso en pequeñas cantidades es capaz de promover actividades fisiológicas y estimular el desarrollo de las plantas, sirviendo para actividades agronómicas como: enraizamiento, acción sobre el follaje, mejora la floración y activa el vigor y poder germinativo de las semillas, ayudando al aumento de las cosechas. El biol es un abono líquido que se origina a partir de la fermentación de materiales orgánicos, como estiércoles de animales, plantas verdes, frutos, entre otros. Es una especie de vida (bio) muy fértil (fertilizante), rentables ecológicamente y económicamente.

6.6. IMPLEMENTACIÓN Y PLAN DE ACCIÓN

6.6.1. Preparación del terreno

El suelo se removerá a una profundidad de 50 centímetros, para obtener aireación y que la raíz se desarrolle sin problemas de compactación. Se aplicará abono orgánico antes de realizar el surcado.

6.6.2. Surcado

Los surcos se realizarán a 60 centímetros entre ellos para obtener una mejor aireación entre plantas.

6.6.3. Siembra

Se realizará la siembra a una distancia de 20 centímetros entre planta, añadiendo dos semillas por golpe.

6.6.4. Raleo

Se efectuará esta actividad a los 20 días de la emergencia, para esto se debe escoger la planta que mejores características presente, dejando una planta por sitio.

6.6.5. Deshierbas

Se hará las respectivas deshierbas a los 30 y 60 días de haber sembrado, para evitar la competencia entre plantas y malezas.

6.6.6. Aplicación del producto

Se aplicará microorganismos eficientes autóctonos más biol en diferentes dosis y frecuencia.

6.6.7. Cosecha

Cosechar cuando presenten el 90 por ciento de vainas verdes listas para la cosecha.

6.7. ADMINISTRACIÓN

Todas las actividades para la ejecución del proyecto serán debidamente consultadas previas a la ejecución. Se registrarán todas las actividades que se realicen constatando: fecha, actividad, material utilizado y producto aplicado.

Para realizar los riegos debe tomarse en cuenta el comportamiento del clima y de ser necesario se procederá a regar hasta obtener un suelo con capacidad de campo adecuado.

6.8. EVALUACIÓN

6.8.1. Económica

Se realizará la evaluación económica del proyecto ejecutado en el que se analizará el impacto que tuvo en el agricultor al ejecutar el proyecto. Se medirán:

- Índices de rentabilidad
- Relación Beneficio – Costo.

6.8.2. Social

Aquí se evaluarán los impactos que tuvieron en la utilización de mano de obra para la ejecución del proyecto.

6.8.3. Científico – Tecnológico

Se evaluará la calidad del producto obtenido mediante la tecnología utilizada en el proceso productivo.

BIBLIOGRAFÍA

- Agrios, G. N. 1995. Fitopatología. Tratado por Manuel Guzmán Ortiz. México. Limusa. 754 pp
- Aguirre, M. 2004. Control químico de fusarium en arveja. Universidad Técnica de Ambato. Cevallos. Ecuador. Pág. 21-26.
- Alcina, L. 1980. Generalidades de la arveja. Consultado el 27 de octubre del 2011. Disponible en:<http://www.biblioteca.ueb.edu.ec/bitstream/15001/139/1/0016.Agro.pdf>
- Alvarez, G; García E. 1992. Estudios de hongos patógenos en arveja china. V. Salguero, R. Fisher y D. Dardón (editores) manejo de plaga y enfermedades.
- Bayer, 2010. Pudrición por Fusarium. Consultado el 25 del 10/2010. Disponible en: http://www.bayercropscience.com.mx/bayer/cropscience/bcsmexico.nsf/id/Pud_fusariumDiseases_BCS
- Berrú, C. (2001). El biol, un abono orgánico natural para mejorar la producción agrícola. Consultado el 5 de mayo del 2013. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos91/biol-abono-organico-natural-mejorar-produccion-agricola/biol-abono-organico-natural-mejorar-produccion-agricola.shtml>
- Córdoba, D. 2011. Arvejas. Última actualización 22 de junio del 2011: - Diseño Web: CEROS&UNOS, Córdoba, República Argentina. Consultado el 28 de junio del 2011. Disponible en:http://www.google.com/url?sa=t&source=web&cd=4&ved=0CDAQFjAD&url=http%3A%2F%2Fwww.huertayjardineria.com.ar%2Farvejas.htm&ei=UtUJTumbPMmXtwePflg&usg=AFQjCNFjejWpeDIBdcRNy8_KFu_8P6r1og
- Cubero y Moreno, 1983. Leguminosas de grano. Editorial Mundi Prerisa. PP. 359.

Franz-Peter, M. 2006. Microorganismos eficientes. Primera edición. Traducido por: Marie-Luise Schicht. Barcelona – España. pags. 59-75

Guamán, L. 2008. Evaluación de rendimiento de híbridos del cultivo de maiz (*Zea mayz* L.) a la aplicación de dosis de biofertilizantes microorganismos eficientes (em) en la zona de Babahoyo. Consultado el 5 de mayo del 2013. Disponible en: <http://repositorio.utb.edu.ec:8080/handle/123456789/248>.

Higa Teruo. Microorganismos benéficos y efectivos para una agricultura y medio ambiente sostenible. Consultado el 23 de septiembre del 2012. Disponible en: http://www.fundases.com/userfiles/file/MicroorG_Benef_Efect.pdf

Hurtado 2001. Microorganismos Eficientes. Consultado el 27 de octubre del 2011. Disponible en: [http://www.cannabiscave.net/foros/showthread.php/227434-EM-\(Microorganismos-Eficientes\)](http://www.cannabiscave.net/foros/showthread.php/227434-EM-(Microorganismos-Eficientes)).

Infoagro.com, 2010. El cultivo de la Arveja. Consultado 28 de septiembre del 2010. Disponible en <http://www.infoagro.com/hortalizas/leguminosas/arveja.htm>

Infoandina. Abonos orgánicos. Consultado el 24 de septiembre del 2012. Disponible en: <http://infoandina.org/sites/default/files/recursos/abonos-24-05-2011.pdf>

Leñano, F. 1974. Como se cultiva las hortalizas de fruto. De Vecchi. Barcelona-España.

Microbiología, 2009. Microorganismos Eficientes. Consultado el 25 sep del 2010. Disponible en <http://microbiologiageneral.blogspot.com/2009/05/microorganismoseficientes.html>

Monsalve, M. 2003. Cultivo de arveja manual divulgativo.

- Orgánicos de Oriente. 2009 modo de acción de los microorganismos. Consultado el 24 de septiembre del 2012. Disponible en: <http://organicosdeoriente.blogspot.com/2009/02/modo-de-accion-de-los-microorganismos.html>
- Patiño, M. 1999. La función del cultivo de la arveja (*Pisum sativum*) en las estrategias socioeconómicas. AGRUCO. 106 h. Bolívar – Ecuador
- Puga, J. 1992. Manual de las arvejas. Quito. Ecuador. Pág. 12-35.
- Prieto, G. Pautas para el manejo del cultivo de arveja. Consultado el 15 de septiembre del 2010. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/60330824/Pautas-Para-El-Manejo-Del-Cultivo-de-Arveja-Final>
- Schwirtlich, B. 2010. Starting – microorganismos-eficientes. Traducido. Consultado el 29 sep-2010. Disponible en <http://www.yougrowgirl.com/2002/10/04/seed-starting-microorganismos-eficientes/>
- Smith, L. 1988. Manual de enfermedades de las plantas. Ediciones Mundi-Prensa.
- Sort 2002. Efectos de los EM sobre los cultivos. Consultado el 27 de octubre del 2011. Disponible en: <http://www.lamarihuana.com/foro/cultivo-ecologico/93487-em-microorganismos-eficientes.html>.
- Vaca, R 2011 Evaluación de tres bioestimulantes con tres dosis en el cultivo de arveja (*pisum sativum* l.). En Santa Martha de Cuba – Carchi Tesis Ing. Agr. Carchi Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Disponible en la página web. <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/793/2/03%20agp%2019%20tesis%20final.pdf>

Vidal, J. 1993. Enciclopedia básica visual. Editorial: Océano. Tomo VIII. Y la Enciclopedia Temática Guinness. Círculo de lectores. Autor: Ian Crofton.

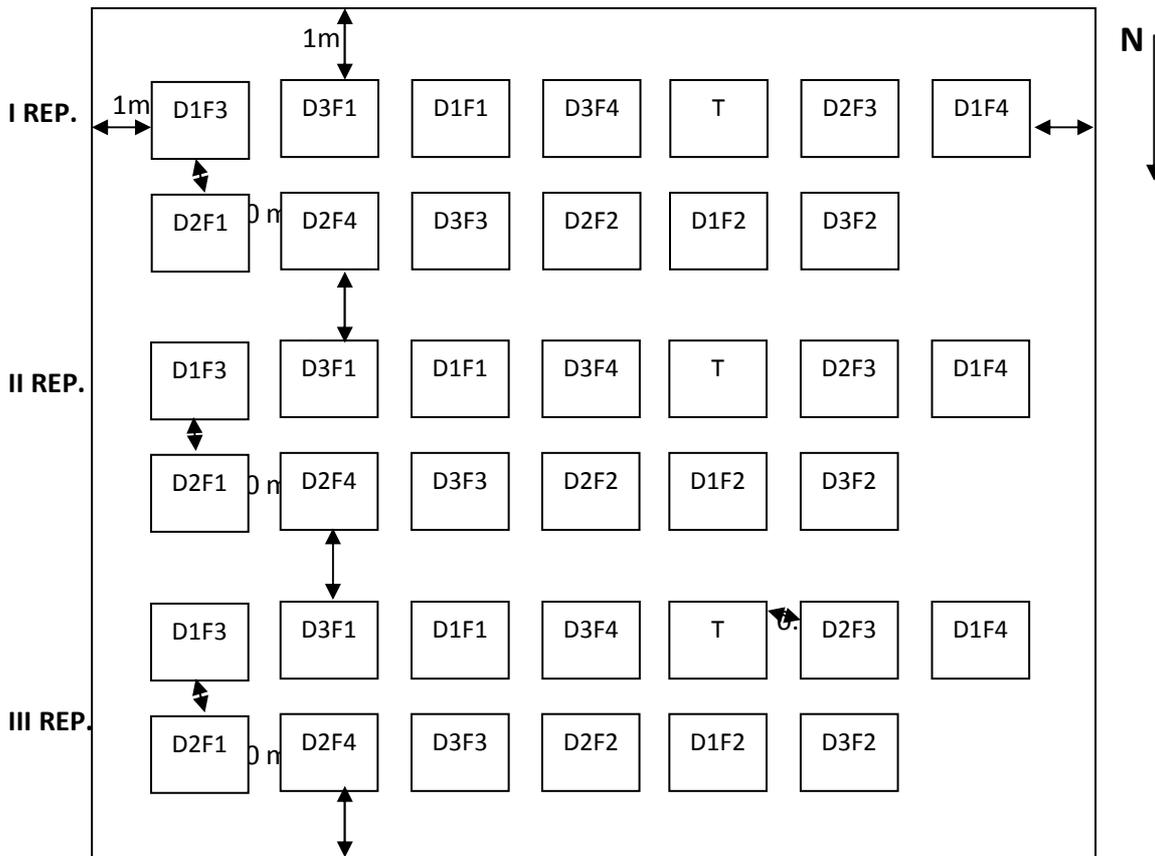
Info@sico_arequipa.com.pe

Info@océano.com

www.sagpya.mecon.gov.a

APÉNDICE

ANEXO 1. Disposición de tratamientos y repeticiones



ANEXO 2. Porcentaje de incidencia (%)

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			SUMA	PROMEDIO
	Rep 1	Rep 2	Rep 3		
D1F1	53,703	52,414	55,999	162,116	54,039
D1F2	48,095	47,250	46,405	141,750	47,250
D1F3	40,000	61,333	50,908	152,242	50,747
D1F4	40,740	56,552	48,420	145,712	48,571
D2F1	45,000	49,224	53,448	147,672	49,224
D2F2	46,376	55,882	51,428	153,687	51,229
D2F3	47,768	63,097	52,777	163,642	54,547
D2F4	58,046	52,857	55,451	166,354	55,451
D3F1	49,756	58,974	54,365	163,095	54,365
D3F2	58,974	60,645	58,461	178,080	59,360
D3F3	67,500	50,000	60,952	178,451	59,484
D3F4	61,111	50,000	55,555	166,666	55,555
T	71,047	68,583	66,000	205,630	68,543

ANEXO 3. Número de vainas en la planta (número)

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			TOTAL	PROMEDIO
	R1	R2	R3		
D1F1	5,70	8,00	6,82	20,52	6,84
D1F2	6,97	7,85	7,07	21,89	7,30
D1F3	6,10	5,40	7,00	18,50	6,17
D1F4	6,50	5,60	6,40	18,50	6,17
D2F1	6,50	7,37	7,67	21,54	7,18
D2F2	5,20	6,90	7,10	19,20	6,40
D2F3	5,60	5,75	8,30	19,65	6,55
D2F4	5,87	5,60	6,77	18,23	6,08
D3F1	6,10	6,65	6,38	19,13	6,38
D3F2	6,32	6,90	7,10	20,32	6,77
D3F3	7,40	6,80	7,33	21,53	7,18
D3F4	5,60	6,20	6,80	18,60	6,20
T	5,50	4,25	5,40	15,15	5,05

ANEXO 4. Número de granos en la vaina (número)

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			SUMA	PROMEDIO
	R1	R2	R3		
D1F1	4,783	3,600	3,834	12,217	4,072
D1F2	3,600	4,000	4,400	12,000	4,000
D1F3	4,786	4,347	3,600	12,733	4,244
D1F4	3,800	3,700	4,000	11,500	3,833
D2F1	3,929	4,256	4,584	12,769	4,256
D2F2	4,583	4,100	3,900	12,583	4,194
D2F3	4,433	3,315	3,100	10,848	3,616
D2F4	3,987	4,100	4,043	12,130	4,043
D3F1	5,072	3,418	4,245	12,735	4,245
D3F2	4,584	4,000	3,100	11,684	3,895
D3F3	3,882	3,934	4,417	12,233	4,078
D3F4	4,250	3,168	3,833	11,251	3,750
T	2,480	2,617	3,410	8,507	2,836

ANEXO 5. Peso de un grano (gramos)

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			SUMA	PROMEDIO
	R1	R2	R3		
D1F1	0,44	0,34	0,31	1,088	0,363
D1F2	0,41	0,32	0,37	1,100	0,367
D1F3	0,37	0,36	0,32	1,050	0,350
D1F4	0,29	0,28	0,33	0,900	0,300
D2F1	0,34	0,35	0,35	1,035	0,345
D2F2	0,32	0,34	0,36	1,023	0,341
D2F3	0,34	0,31	0,40	1,046	0,349
D2F4	0,31	0,31	0,31	0,939	0,313
D3F1	0,24	0,28	0,31	0,830	0,277
D3F2	0,39	0,30	0,36	1,045	0,348
D3F3	0,30	0,27	0,32	0,886	0,295
D3F4	0,37	0,37	0,35	1,088	0,363
T	0,23	0,24	0,20	0,674	0,225

ANEXO 6. Peso de 100 granos (gramos)

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			SUMA	PROMEDIO
	R1	R2	R3		
D1F1	41,40	37,16	31,73	110,293	36,764
D1F2	26,25	30,65	35,05	91,955	30,652
D1F3	37,40	36,57	36,50	110,472	36,824
D1F4	34,89	33,20	33,09	101,187	33,729
D2F1	41,67	37,72	33,76	113,151	37,717
D2F2	33,06	31,88	35,26	100,204	33,401
D2F3	34,95	29,98	39,64	104,564	34,855
D2F4	33,66	32,67	33,17	99,498	33,166
D3F1	40,48	35,63	38,06	114,163	38,054
D3F2	38,77	31,18	31,96	101,918	33,973
D3F3	31,43	31,50	40,19	103,119	34,373
D3F4	36,68	36,37	42,10	115,147	38,382
T	29,28	30,36	27,37	87,007	29,002

ANEXO 7. Rendimiento (kg/ha)

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			SUMA	PROMEDIO
	R1	R2	R3		
D1F1	681,22	869,46	591,03	2141,71	713,90
D1F2	947,04	721,66	834,34	2503,04	834,35
D1F3	882,47	593,33	663,53	2139,33	713,11
D1F4	525,2	710,22	572,74	1808,16	602,72
D2F1	683,7	593,01	552,32	1829,03	609,68
D2F2	608,92	693,26	548,23	1850,41	616,80
D2F3	560,78	663,4	787,63	2011,81	670,60
D2F4	636,14	651,35	643,75	1931,24	643,75
D3F1	564,97	583,93	602,87	1751,77	583,92
D3F2	751,75	561,69	607,87	1921,31	640,44
D3F3	727,84	723,75	763,64	2215,23	738,41
D3F4	703,94	906,52	713,23	2323,69	774,56
T	507,47	518,59	504,2	1530,26	510,09