

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL- CELENDÍN**



**CONTROL DE FUNGOSIS DE ARVEJA (*Pisum sativum* L.), CON  
PRODUCTOS ORGÁNICOS Y PRODUCTOS QUÍMICOS**

**T E S I S**

**Para optar el Título Profesional de:  
INGENIERO AMBIENTAL**

**PRESENTADO POR LA BACHILLER:  
LURDES TRIGOSO PELÀEZ**

**ASESORES:**

Dr. MANUEL SALOMÓN RONCAL ORDOÑEZ

M. Sc. JESÙS HIPÒLITO DE LA CRUZ ROJAS

CAJAMARCA – PERÚ

**-2019-**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
*Fundada por Ley 14015 del 13 de febrero de 1962*  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

En Cajamarca, a los **once** días del mes **octubre** del Año dos mil diecinueve, se reunieron en el ambiente **2C-211** de la Facultad de Ciencias Agrarias, los integrantes del Jurado designados por el Consejo de Facultad de Ciencias Agrarias, según Resolución de Consejo de Facultad N° **326-2018-FCA-UNC**, Fecha **12 de Julio del 2019**, con el objeto de Evaluar la sustentación de la Tesis titulada: **“CONTROL DE FUNGOSIS DE ARVEJA (*Pisum sativum* L.), CON PRODUCTOS ORGÁNICOS Y PRODUCTOS QUÍMICOS”**, para optar el Título Profesional de **INGENIERO AMBIENTAL**, la Bachiller: **TRIGOSO PELÁEZ LURDES**

A las **dieciséis** horas y **cinco** minutos y de acuerdo a lo estipulado en el Reglamento respectivo, el Presidente del Jurado dio por iniciado el acto. Después de la exposición del trabajo de Tesis, la formulación de preguntas y de la deliberación del jurado, el Presidente del Jurado anunció la **aprobación** por **unanimidad** con el calificativo de **dieciséis (16)**. Por lo tanto, el graduando queda expedita para que se le expida el **Título Profesional** correspondiente.

Siendo las **diecisiete** horas y **cuarenta** minutos, el Presidente del Jurado dio por concluido el acto.

Cajamarca, **11 de octubre** de 2019.

M. Cs. Jhon Víctor López Orbegoso  
**PRESIDENTE**

Ing. Urias Mostacero Plasencia  
**SECRETARIO**

M. Cs. Giovana Ernestina Chávez Horna  
**VOCAL**

Dr. Manuel Salomón Roncal Ordóñez  
**ASESOR**

Ing. M. Sc. Jesús Hipólito De la Cruz Rojas  
**ASESOR**

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis a todos aquellos que creyeron en mí, a aquellos que esperaban mi desarrollo y crecimiento profesional en cada paso hacia la culminación de mis estudios. A todos aquellos que apostaban a que no me rendiría a medio camino, a todos ellos les dedico esta tesis. A mamá, a mi papá y a mi familia que tanto me han apoyado para fortalecer mi espíritu y conducirme a este momento especial para mí y para todos mis seres queridos.

LURDES TRIGOSO PELÁEZ

## **AGRADECIMIENTO**

En primera instancia agradezco a mis padres, personas de gran sabiduría quienes se han esforzado por ayudarme a llegar al punto en que me encuentro.

Sencillo no ha sido el proceso, pero gracias a las ganas de transmitirme sus conocimientos y dedicación que ha regido, he logrado importantes objetivos como culminar el desarrollo de mi tesis con éxito y obtener una afable titulación personal.

LURDES TRIGOSO PELÁEZ

## ÍNDICE

CONTENIDO	PÁGINA
RESUMEN.....	i
ABSTRACT.....	ii
<b>CAPÍTULO I</b>	
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Problema de investigación.....	2
1.2. Formulación del problema.....	3
1.3. Objetivos de la investigación.....	4
1.3.1.  Objetivo general.....	4
1.3.2.  Objetivos específicos.....	4
1.4. Hipótesis de la investigación.....	4
<b>CAPÍTULO II</b>	
REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
2.1. Antecedentes.....	5
2.2. Bases teóricas.....	6
2.2.1.  Generalidades de Kombucha.....	6
2.2.2.  Sobre los hongos.....	6
2.2.3.  Hongos más frecuentes en arveja.....	7
2.2.4.  Sobre los fungicidas.....	8
2.2.5.  Generalidades de productos orgánicos anti fúngicos.....	17
2.2.6.  Labores culturales de la arveja.....	21
<b>CAPÍTULO III</b>	
MATERIALES Y MÉTODOS.....	23
3.1. Ubicación del experimento.....	23
3.2. Materiales.....	25
3.3. Metodología.....	26
3.3.1.  Factores en estudio.....	26

3.3.2. Tratamientos (Tabla 2) .....	26
3.3.3. Instalación y conducción del experimento en campo .....	28
3.3.4. Trabajo de laboratorio.....	30
3.3.5. Trabajo de gabinete (manejo estadístico de los datos) .....	32
<b>CAPÍTULO IV</b>	
RESULTADOS Y DISCUSIONES .....	33
<b>CAPÍTULO V</b>	
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	44
<b>CAPITULO VI</b>	
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....	45
ANEXOS.....	49

## LISTA DE TABLAS

<b>Tablas</b>	<b>Página</b>
1. Problemas generados por carbendazim como fungicida.....	12
2. Tratamientos en estudio.....	26
3. Escala de evaluación de la fungosis en arveja.....	31
4. Esquema del análisis de varianza a realizarse con los datos de las variables evaluadas.....	32
5. Análisis de varianza del IIA de la primera evaluación de antracnosis. ....	34
6. Promedios del IIA de antracnosis en la primera evaluación.....	35
7. Análisis de varianza del IIA en la segunda evaluación de antracnosis.....	35
8. Promedios del IIA en la segunda evaluación de antracnosis. ....	36
9. Análisis de varianza del IIA en la tercera evaluación de antracnosis. ....	37
10. Promedios de IIA en la tercera evaluación de antracnosis.....	38
11. Análisis de varianza de la longitud de tallo de arveja. ....	39
12. Promedio de la longitud de tallo de arveja.....	39
13. Análisis de varianza del peso de grano por planta de arveja. ....	41
14. Análisis de Varianza del número de vainas por planta de arveja. ....	42
15. Primera evaluación de la severidad de antracnosis (19/12/2018), grados de 1 a 5. ....	49
16. IIA estimado en base a la primera evaluación de severidad de antracnosis (19/12/2018), grados de 1 a 5. ....	49
17. Segunda evaluación de la severidad de antracnosis (29/12/2018), grados de 1 a 5. ....	50
18. IIA estimado en base a la segunda evaluación de severidad de antracnosis (29/12/2018), grados de 1 a 5. ....	50
19. Tercera evaluación de la severidad de antracnosis (08/01/2019), grados de 1 a 5. ....	51
20. IIA estimado en base a la tercera evaluación de severidad de antracnosis (08/01/2019), grados de 1 a 5. ....	51
21. Longitud de tallo de arveja. ....	52
22. Número de vainas por planta de arveja.....	52
23. Peso de grano fresco de arveja.....	52

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figuras</b>	<b>Páginas</b>
1. Representación del destino ambiental de los plaguicidas. ....	9
2. Ubicación geográfica del experimento.....	23
3. Ubicación geográfica del campo experimental, Celendín.....	24
4. Croquis del experimento.....	28
5. Trazo de líneas para siembra.....	29
6. IIA en la primera evaluación de antracnosis. ....	35
7. IIA en la segunda evaluación de antracnosis. ....	37
8. IIA en la tercera evaluación de antracnosis.....	38
9. Longitud de tallo de arveja. ....	40
10. Peso de grano por planta de arveja.....	42
11. Número de vainas por planta. ....	43

## RESUMEN

En la parte Noroccidental del Valle y Provincia de Celendín, Región Cajamarca, se realizó el presente trabajo de investigación, con el objetivo de evaluar el control de fungosis de arveja (*Pisum sativum* L.), usando fungicidas químicos y productos orgánicos. Como una contribución a los esfuerzos que se vienen desarrollando para encontrar opciones para mitigar la contaminación ambiental por fungicidas de uso agrícola; sustituyendo a los productos químicos por orgánicos. Se incluyeron en el estudio dos fungicidas químicos, indicados para el control de fungosis en arveja (Benomyl y Carbendazim), y tres productos orgánicos (Kombucha, Penca Azul (*Agave americana* L.) y Jengibre (*Zingiber officinale*). Se usó el diseño de Bloques Completos al Azar con tres repeticiones. La unidad experimental estuvo constituida por una parcela de 3.20 m de ancho y 4 m de largo. La densidad fue de 17 plantas por m<sup>2</sup>. Con el inicio de floración, se inició también la aplicación de los productos químicos y orgánicos una vez por semana durante 45 días. En este periodo se realizó tres evaluaciones de la severidad de antracnosis. Al final se llegó a la siguiente conclusión. El control de fungosis en arveja, con productos orgánicos y con productos químicos, no se reflejó en las variables: Severidad de antracnosis, altura de planta, peso de grano y número de vainas por planta. Pero si existen claros indicios de verdaderos efectos de los tratamientos en el control de fungosis de arveja.

Se recomienda usar más de 3 repeticiones en este tipo de trabajos y lograr así un mejor control local del experimento.

Palabras clave: Arveja, fusariosis, fungicidas químicos, productos orgánicos.

## ABSTRACT

In the north-western part of the Valley and Province of Celendín, Cajamarca Region, the present research work was carried out, with the objective of evaluating the control of pea fungus (*Pisum sativum* L.), using chemical fungicides and organic products. As a contribution to the efforts that are being developed to find options to mitigate environmental pollution by agricultural fungicides; replacing chemicals with organic. Two chemical fungicides, indicated for the control of fungus in peas (Benomyl and Carbendazim), and three organic products (Kombucha, blue penca (*Agave Americana* L.) and Ginger (*Zingiber officinale*) were included in the study. The design of Complete Blocks was used. randomized with three repetitions The experimental unit was constituted by a plot of 3.20 m wide and 4 m long The density was 17 plants per m<sup>2</sup> With the beginning of flowering, the application of chemical products and organic once a week for 45 days In this period three evaluations of the severity of anthracnose were carried out In the end the following conclusion was reached: The control of fungus in peas, with organic products and with chemical products, was not reflected in the variables: Anthracnose severity, plant height, grain weight and number of pods per plant, but there are clear indications of true effects of treatments in the control of Fung pea osis.

It is recommended to use more than 3 repetitions in this type of work and thus achieve a better local control of the experiment.

Keywords: Peas, fusariosis, chemical fungicides, organic products

## CAPÍTULO I

### INTRODUCCIÓN

La arveja (*Pisum sativum* L.), es una leguminosa herbácea anual de gran importancia económica en el país. De acuerdo con el INEI (2009), el consumo per cápita de leguminosas en el poblador peruano registra 2.5 Kg persona-1 año-1, siendo la arveja (fresca y seca) la de mayor consumo con un 3.8 Kg persona-1 año-1 y en el departamento de Cajamarca el consumo per cápita de leguminosas es de 3.9 Kg persona-1 año-1 (INEI 2009).

El área sembrada con arveja en el Perú es de 82400 ha, ubicadas principalmente en la sierra, donde Cajamarca siembra 27800 ha, que constituyen el 33.7 % de la superficie nacional (MINAGRI 2017).

En Perú el rendimiento es bajo, debido principalmente a problemas sanitarios como la pudrición radicular causada por *Fusarium oxysporum*, fungosis causadas por *Ascochyta pisi*, *Collectotrichum sp*, *Mildium velloso*, *oídium (Erysiphe pisi)* (Hwang y Chang 1989).

La antracnosis, causada por *Collectotrichum sp*, se localiza en la parte aérea de las plantas y se reconoce por presentar manchas bien definidas, de color pardo oscuro, sobre hojas, tallos y vainas. La enfermedad se disemina por las semillas, la lluvia o por plantas enfermas (DANE 2015).

Los fungicidas indicados para realizar el control químico de la fungosis de arveja, son aquellos que llevan los siguientes principios activos: Carbendazim, Mancozeb, Difenconazol o Azoxystrobin; productos que contaminan el ambiente por el uso frecuente (Daza 2017).

En forma tradicional los agricultores usan productos orgánicos, como alternativos para proteger a sus cultivos de huerta principalmente. Productos que son amigables con el ambiente (FAO 2010).

Los suelos de la sierra central, Jauja donde se cultivan arveja están altamente infestados por el complejo *Collectotrichum sp*, haciendo que el control de esta enfermedad sea difícil, sumados a que es un patógeno vascular cuyo control

con fungicidas no es eficiente. Se ha observado que los agricultores solamente recurren a la aplicación de fungicidas químicos de manera irracional, cuando los síntomas son evidentes y avanzados, razón por la cual no es posible su control y solamente contamina los suelos agrícolas (Huaynalaya 2016).

Sin embargo, existe otra alternativa como es el control orgánico de enfermedades mediante productos orgánicos, la misma que constituye una alternativa ecológica y económica para los agricultores, además, de no dañar los ecosistemas ni el medio ambiente, cuidando así la salud humana (Huaynalaya 2016).

Se propuso el presente trabajo para evaluar el control de fungosis de arveja con productos orgánicos, en comparación con los productos químicos recomendados; con la finalidad de evaluar la factibilidad de remplazar los fungicidas químicos por orgánicos y lograr mitigar la contaminación ambiental por fungicidas que se usan en la producción de arveja.

### **1.1. Problema de investigación**

En la producción moderna de arveja para grano verde (fresco), de calidad; en Cajamarca y otras partes del mundo, no se puede obviar el uso de abonos y pesticidas; para hacer frente a la baja fertilidad, los insectos y los hongos (TECNOAGRO 2012).

Los hongos que más frecuentemente causan la fungosis de arveja en la región son: *Colletotrichum pisi* y Mancha de *Ascochyta sp.* (Dane 2015 y Daza 2017).

Los fungicidas indicados para realizar el control químico de la fungosis de arveja, son aquellos que llevan los siguientes principios activos: Carbendazim, Mancozeb, Difenconazol o Azoxystrobin (Daza 2017).

La ANLA (2011) de Colombia. Precisa que el Benomyl, está recomendado para el control de *Colletotrichum pisi*, en arveja, a una dosis de 0.4 a 0.6 kg ha<sup>-1</sup>.

Los fungicidas químicos son un peligro directo para el ser humano y contaminantes del ambiente como lo manifiesta el Departamento de Salud y

Servicios para Personas Mayores de New Jersey (2004), al advertir que el Benomyl al inhalarlo, puede afectar como un teratógeno. La exposición podría causar mutaciones y daños sobre el aparato reproductivo masculino. El contacto puede causar irritaciones en la piel y los ojos. Puede causar alergia en la piel. Si se desarrolla una alergia, la exposición posterior muy baja puede causar picazón y sarpullido en la piel. Podría afectar al hígado.

De la misma manera, Montana (2016), en la hoja de seguridad del fungicida Croplan, indica que este lleva como principio activo a Carbendazim y que es considerado como fungicida moderadamente peligroso. Es peligroso si se lo ingiere. Se debe evitar el contacto con los ojos, causa irritación. La exposición prolongada de la piel puede causar hormigueos, adormecimiento, ardor o temblores. Es tóxico para organismos acuáticos.

En cambio, como lo indica la FAO (2010), los productos orgánicos, que en forma tradicional usan los agricultores, para proteger sus cultivos de huerta principalmente; son amigables con el ambiente.

## **1.2. Formulación del problema**

¿Cuál es el control de hongos en arveja, que se logra aplicando productos orgánicos y productos químicos al follaje?

### **1.3. Objetivos de la investigación**

#### **1.3.1. Objetivo general**

Evaluar el control de hongos en arveja, que se logra con productos orgánicos ((Kombucha, Penca Azul (*Agave americana* L.), Jengibre (*Zingiber officinale*)), y productos químicos (Carbendazim y Benomyl)), en Celendín Cajamarca.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- a) Determinar el control de hongos en arveja, que se logra aplicando al follaje, los productos orgánicos Kombucha, extracto de Penca Azul (*Agave americana* L.) y Jengibre (*Zingiber officinale*).
- b) Determinar el control de hongos en arveja que se logra aplicando al follaje los productos químicos (Carbendazim y Benomyl).

### **1.4. Hipótesis de la investigación**

Los efectos de los productos orgánicos ((Kombucha, Penca Azul (*Agave americana* L.), Jengibre (*Zingiber officinale*)), y de los productos químicos, (Carbendazim y Benomyl); en el control de hongos de arveja (*Pisum sativum* L.), son semejantes.

## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1. Antecedentes

Andrango (2017), refiere a Russell y sus colaboradores 1943, quienes descubrieron y aislaron sapogeninas en Agave, y describieron la estructura de 13 sapogeninas esteroidales de diversas especies, incluyendo *Agave scabra*. Además de su conocido efecto antimicrobiano, el *Agave americana* L, posee un gran potencial antifúngico.

Jimenez (2016), se refiere al Jengibre, como el Jengibre – fungicida botánico; el mismo que aplicando 7 a 10 cc de solución por litro de agua; produce su efecto fungicida. La aplicación debe ser por la mañana o por la tarde. Funciona para enfermedades como cenicillas y manchas foliares. La solución se prepara moliendo 12 gr de raíces, luego se coloca en 2 litros de alcohol y se lo deja por 8 días.

Miranda (2014), en un trabajo de investigación llegó a las siguientes conclusiones: 1. El concentrado de Kombucha, tiene comportamiento antagónico al inóculo de *Rhizoctonia solani*, *Verticillium sp.*, y *Alternaria sp.* 2. Las diluciones 1/10, 1/100, son antagónicas al inóculo de *Verticillium sp.*, y *Alternaria sp.* 3. En el inóculo de *Fusarium sp.*, el concentrado y la dilución 1/10 de Kombucha, permiten observar la germinación de esporas con la consecuente formación de micelio aunque de crecimiento y desarrollo limitado. 4. Recomienda realizar investigaciones, de tratamiento de fitopatógenos fungosis en campo

El Departamento de Salud y Servicios para Personas Mayores de New Jersey (2004). Anticipa que el Benomilo o Benomyl, puede afectar al inhalarlo: Es un teratógeno. La exposición podría causar mutaciones y daños sobre el aparato reproductivo masculino. El contacto puede causar irritaciones en la piel y los ojos. Puede causar alergia en la piel. Si se desarrolla una alergia, la exposición posterior muy baja puede causar picazón y sarpullido en la piel. Podría afectar al hígado.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Generalidades de Kombucha**

El nombre Kombucha deriva del vocablo japonés “konbu” que significa “alga” y la terminación “cha” que se refiere a “té” semánticamente corresponde alga de té. En Japón, kombucha es el nombre de un plato típico denominado “sopa de alga”. Las exploraciones científicas de kombucha comenzaron en los años 1950. En el Instituto Científico “Moscow Bacteriological Institute”, como parte de un proyecto nacional de investigación sobre el cáncer. Los investigadores descubrieron que la masa blanquecina suave está constituida por una simbiosis de microorganismos, que prosperan en agua azucarada de té formando un cuerpo fructífero de consistencia gelatinosa de color blanco cremoso en la superficie y de color marrón claro en el envés (Barbancik, citado por Miranda 2014).

### **2.2.2. Sobre los hongos**

La producción moderna de arveja para grano verde (fresco), de calidad; en Cajamarca y otras partes del mundo, no puede evitar el uso de abonos y pesticidas, para hacer frente a la baja fertilidad, los insectos y los hongos (TECNOAGRO 2012).

El control químico de hongos en el cultivo de arveja se hace con fungicidas químicos. Que contengan los siguientes principios activos: Carbendazim, Mancozeb, Difenconazol o Azoxystrobin (Daza 2017).

En otros lugares del mundo se vienen evaluando opciones orgánicas para controlar hongos en los cultivos; entre las cuales, encontramos a Kombucha, Penca Azul (*Agave americana* L.), Jengibre (*Zingiber officinale*); con resultados positivos (Delucchi 2012 y Velastegui 2010).

### 2.2.3. Hongos más frecuentes en arveja

Según DANE (2015), los hongos más frecuentes en las fungosis de arveja son *Ascochyta pisi* (Mancha por *Ascochyta*) y *Colletotrichum corda* (Antracnosis).

#### ➤ Mancha por *Ascochyta* (*Ascochyta pisi*)

Según DANE (2015) y FENALCE (2006), es una enfermedad que llega a reducir las cosechas en un 20 a 50 %, además de deteriorar la calidad de la vaina y de los granos cosechados. Afecta principalmente el tercio inferior de la planta e incrementa los daños por condiciones de lluvias intensas y alta humedad en el ambiente, especialmente durante la floración y el llenado de las vainas. Incide en forma más severa en cultivos sembrados al voleo. Los principales síntomas se manifiestan por lesiones a manera de puntos de color café oscuro en hojas.

Según Checa (2011), la enfermedad tiene una incidencia de 35 %; que viene a ser la proporción de individuos u órganos enfermos del hospedero con relación a los sanos.

Disminuyendo el rendimiento en forma significativa. Los síntomas reportados en la literatura son: puntos y manchas de color café en las hojas bajas, flores, frutos y semillas. El mismo autor manifiesta que *Ascochyta*, se controla con Amistar Top R (Azoxystrobina y Difenconazol), en la dosis de aplicación de 0,625 ml/l de agua.

Giraldo (2017), indica que el control químico de *Ascochyta* se hace con Duronil 720 SC (Chlorothalonil) con una dosis de 1.85 ml/l de agua y Skel 250 (Difenconazol) en dosis de 0,625 ml/l de agua.

### ➤ **Antracnosis (*Colletotrichum corda*)**

Causa pérdidas en el establecimiento de la siembra a través de la semilla contaminada. Las lesiones de antracnosis pueden desarrollarse sobre las plantas (hojas, tallos y vainas). El síntoma más distintivo es el doblamiento o torcedura del tallo central con una lesión sobre la zona doblada. Esta es particularmente observable cuando el cultivo está floreciendo. Las lesiones de los tallos son generalmente de color café oscuro y de hasta 2 cm de largo. Las masas de esporas son rosadas o algunas veces anaranjadas y se desarrollan sin existir lesiones (Thomas 2003).

## **2.2.4. Sobre los fungicidas**

### **2.2.4.1. Destino ambiental de los fungicidas**

El concepto de destino ambiental, hace referencia a la partición, no deseada, de un fungicida, en las distintas matrices ambientales. Es un concepto intrínsecamente asociado a factores dinámicos, ya que la adsorción, el transporte y la degradación son procesos que se dan simultáneamente en condiciones naturales. Además, hay una variabilidad espacial y temporal de factores ambientales y de aplicación de plaguicidas, distintas dosis, concentraciones y frecuencias (Aparicio 2015).

En la Fig.01 se observa un esquema que representa de manera general, la dinámica de distribución de los plaguicidas en los distintos compartimentos o matrices ambientales.

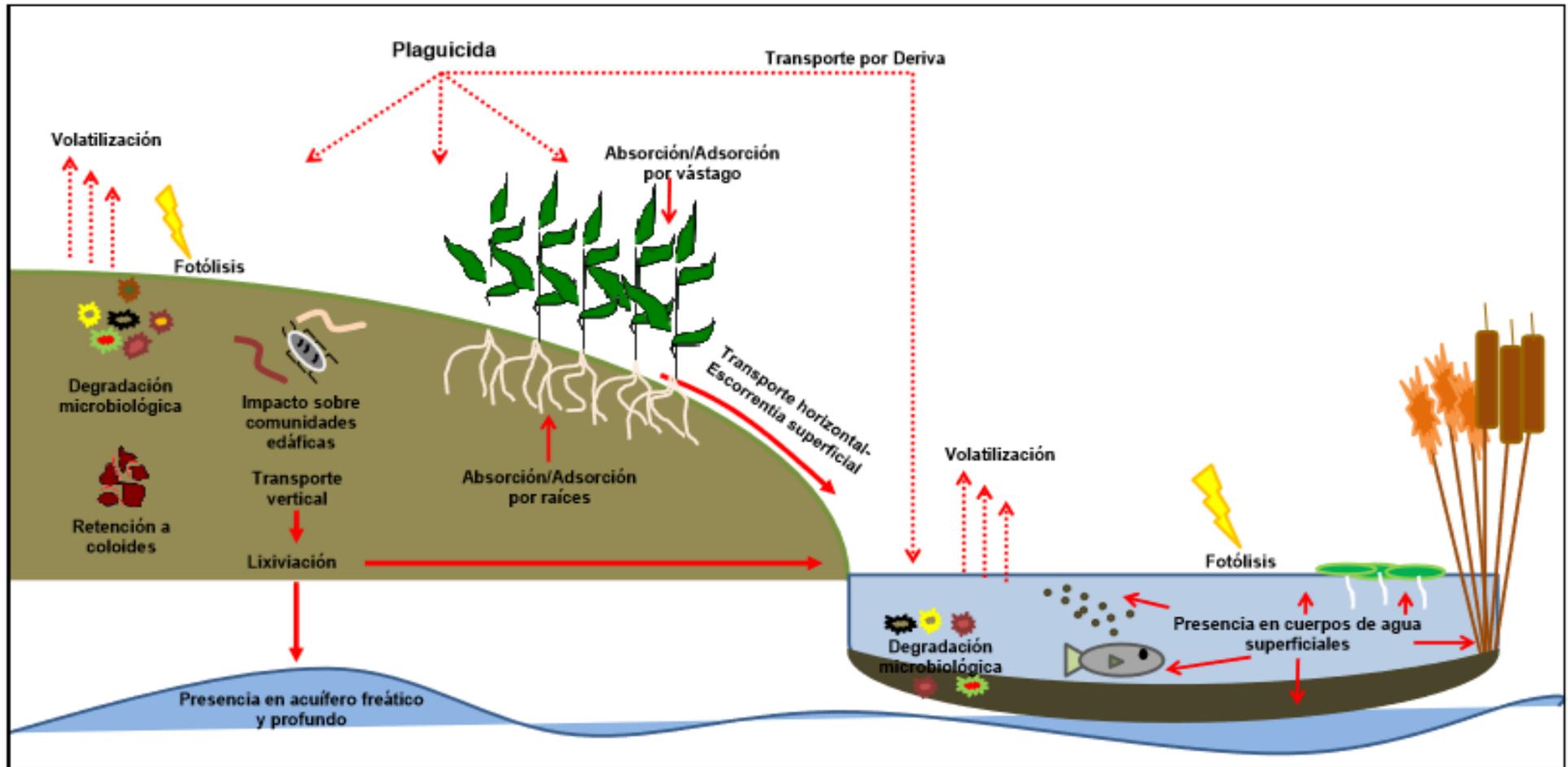


Figura 1. Representación del destino ambiental de los plaguicidas.

### **a) Contaminación del suelo**

El destino de un plaguicida en el ambiente edáfico está gobernado por los procesos de retención, transporte, degradación y la interacción entre ellos. Estos procesos son en parte, responsables de la disminución de la cantidad original aplicada de plaguicida. La predominancia de un proceso sobre otro va a depender de las propiedades fisicoquímicas de los productos y de las características del suelo. Una vez que ingresa al ambiente edáfico, la sustancia se reparte entre las fases líquida, sólida y gaseosa (Aparicio 2015).

- **Fase líquida.** En esta fase puede ser transportado por el agua hacia horizontes más profundos, hasta llegar al agua subterránea. A su vez queda disponible para ser transformado química, física o microbiológicamente a otros compuestos (Aparicio 2015).
  
- **Fase sólida.** Son retenidos con distinta intensidad en coloides orgánicos (materia orgánica) e inorgánicos (arcillas) del suelo. En esta situación los plaguicidas pueden migrar transportados por el agua, en un proceso conocido como erosión hídrica, o transportados por el aire, proceso conocido como erosión eólica (Aparicio 2015).
  
- **Fase gaseosa.** Es incorporado a la atmósfera al volatilizarse desde el suelo o desde el agua (Aparicio 2015).

### **b) Contaminación del agua**

Aunque el suelo agrícola es el receptor inicial de los plaguicidas aplicados en el ambiente, los cuerpos de agua adyacentes a las áreas agrícolas suelen ser el receptor final (Damalas y Eleftherohorinos 2011). El transporte de las sustancias a través del agua puede ocurrir por escorrentía, por infiltración y por deposición húmeda, en donde el contaminante que está en el aire es captado por las gotas de lluvia o forma parte de los núcleos de condensación. Los productos pueden de esta forma encontrarse en acequias, redes de drenaje, canales de riego, desagües pluviales, ríos y aguas subterráneas (Gravilescu 2005).

### c) Contaminación del aire

Todos los plaguicidas, independientemente del medio en el cual se apliquen, pueden ser potencialmente transportados por el aire. La emisión de plaguicidas a la atmósfera ocurre desde la canopia de la planta y desde la superficie del suelo. Influyen en este proceso la presión de vapor atmosférica, el calor de vaporización de la sustancia, los flujos de aire y el método de aplicación del plaguicida (Gravilescu 2005). Una vez en el aire, pueden ser transportados grandes distancias, ya sea que estén en sus formas volátiles, adheridos a pequeñas partículas de suelo o a la superficie de las hojas en las que fueron aplicados.

#### 2.2.4.2. Los fungicidas más usados para controlar las fungosis en arveja

Según Daza et al. (2017) los fungicidas más usados para el control químico de los hongos más frecuentes en las fungosis de arveja son aquellos que tienen los siguientes principios activos:

- Carbendazim, del grupo químico Bencimidazoles, considerado medianamente peligroso dañino, es curativo de *Ascochyta sp*, *Botrytis cinérea* y *Colletotrichum sp*.
- Mancozeb, del grupo químico Ditiocarbamatos, considerado medianamente tóxico cuidado, es preventivo o protectante de *Colletotrichum sp*.
- Difenconazol, del grupo químico Triazol, es protectante y/o curativo de *Ascochyta sp*, *Colletotrichum sp*.
- Azoxystrobin, del grupo químico Estrobilurina, es protectante y/o curativo de *Ascochyta sp*, *Colletotrichum sp*.
- Benomyl, del grupo químico Bencimidazoles, es curativo de *Colletotrichum sp* y *Ascochyta sp*.

### 2.2.4.3. Problemas que generan los fungicidas más usados

#### ➤ Carbendazim

Tabla 1. Problemas generados por carbendazim como fungicida.

<b>Toxicidad crónica</b>	<b>Efectos a largo plazo</b>
Neurotoxicidad	Requiere más estudio
Neurotoxicidad	Positiva
Mutagenicidad	Requiere más estudio
Genotoxicidad	Negativa (micronúcleos), positiva (adictos de ADN)
R60	Puede perjudicar la fertilidad
R61	Riesgo durante el embarazo de efectos adversos para el feto.
<b>Comportamiento ambiental</b>	<b>Intensidad</b>
Solubilidad en agua	baja
Persistencia en el suelo	extrema a ligera
Movilidad en el suelo	mediana
Persistencia en agua sedimento	menos persistente
Volatibilidad	no volátil
Bioacumulación	ligera
<b>Toxicidad aguda</b>	<b>Intensidad</b>
Peces	Extrema (CL50 en 96h, trucha arco iris 0.19-0.83 mg/L)
Crustáceos	Extrema (CE50 en 48h, <i>dáfnidos</i> 0.13-0.22 mg/L)
Anfibios	Alta a mediana
Aves	Ligera
Insectos (abejas)	Mediana
Lombrices de tierra	Alta
Algas	Alta a ligera (CE50 en 72h <i>Selenastrum capricornutum</i> 1.3 mg/L y <i>Scenedesmus subspicatus</i> >7.7 mg/L, 4.19 mg/L)

➤ **BENOMYL 50 PM FUNGICIDA POLVO MOJABLE(WP)**

Composición: Benomilo\*: ... 50% p/p (500 g/kg)

Coformulantes, c.s.p..... 100% p/p (1 kg)

\*1- (butilcarbamoil) bencimidazol-2-ilcarbamato de metilo

Benomyl 50 PM es un fungicida de amplio espectro que controla una gran cantidad de enfermedades fungosas en cultivos hortícolas, ornamentales, cereales, frutales, viñas y parronales, tal como indica el cuadro de instrucciones de uso.

NO INFLAMABLE.

NO EXPLOSIVO.

NO CORROSIVO.

Autorización Servicio Agrícola y Ganadero N°2.233

Fabricado por: Point International Ltd. Bromley, BR1 3QF Reino Unido.

PointAgro-China Ltd. Room 1505-1506, Diamond Business Centre, Nanxing Street, Hangzhou. China

**Precauciones y advertencias**

Grupo Químico: El ingrediente activo Benomilo pertenece al grupo químico de los bencimidazoles.

**Precauciones de uso**

Durante la y/o aplicación, preparación, usar, guantes impermeables, botas de goma, overol impermeable mascara con filtro para plaguicidas y antiparras.

Evitar el contacto con la piel, los ojos y la inhalación de la niebla de aspersión.

No fumar, beber, ni comer durante la aplicación del producto. Una vez efectuada la preparación, aplicación, lavar manos y piel expuesta.

Ducharse y ponerse ropa limpia antes de comer, beber agua fumar o ir al baño. No aplicar contra el viento, no exponerse a la aplicación, no exponer a mujeres embarazadas a este producto.

Sintomas de Intoxicación: Sudoración excesiva, salivación y lagrimeo. Calambres abdominales, náuseas, vómitos, diarrea, vértigo, fatiga, cefalea, alteraciones de la visión, confusión mental, bradicardia e hipotensión. Irritación o enrojecimiento de la piel.

### **Primeros Auxilios**

En caso de ingestión: No inducir vómito. Nunca dar nada por la boca a una persona inconsciente. Lavar la boca con agua. Conseguir ayuda médica inmediatamente. Retirar la ropa y zapatos

En caso de contacto con la piel: Limpia la piel con abundante agua minuciosamente, entre el pelo, uñas y pliegues cutáneos. Buscar asistencia médica.

Lavar con abundante agua por 15 minutos, En caso de contacto con los ojos: Levantar los párpados alternadamente. Si el afectado utiliza, lentes de contacto, lavar con abundante agua durante 5 minutos, luego retirarlos y continuar con el lavado durante otros 15 minutos. Si el lagrimeo persiste consultar a un oftalmólogo.

Trasladar al afectado a un lugar ventilado, proporcionar aire fresco en caso de inhalación. Si la persona no respira otorga respiración artificial. Buscar ayuda médica.

### **Tratamiento Médico**

En caso de ingestión: Practicar lavado gástrico cuidadoso. Luego administrar una suspensión de 30 g de carbono activado (adsorbente) en una solución laxante.

**Antídoto:** No existe antídoto específico. Tratamiento sintomático (mantener funciones respiratorias y cardiovasculares, controlar posible daño hepático y renal, proteger la mucosa gástrica con emoliente. Mantener al paciente en observaciones por 1 a 2 días. Información

**Ecotoxicológica:** Tóxico para peces, relativamente tóxico para moderadamente tóxico para aves, abejas

Precauciones de almacenaje:

Conservar el producto en su envase original, bien tapado y con su etiqueta visible; en un lugar fresco, seco, bien ventilado, lejos del fuego, bajo techo y seguro bajo llave. Manténgase alejado de los niños y de personal no autorizado. Manténgase alejado de comida y del alimento para animales.

Aviso al consumidor: Se garantiza la óptima calidad del producto y los porcentajes de ingredientes activos señalados en la etiqueta, hasta que el producto salga de nuestro control directo. No se da ningún tipo de garantía por consecuencias derivadas de la aplicación, ya que el manejo del producto es de responsabilidad absoluta del usuario

#### ➤ **Mancozeb**

Alza Camacho (2015), manifiesta que Mancozeb es básicamente, la sal de etilenbisditiocarbamato usada ampliamente para proteger cultivos agrícolas, de enfermedades fúngicas (Paro, 2012). Sin embargo, se ha evidenciado que la etilentiourea (ETU), metabolito que se forma al disociarse en el agua en presencia de oxígeno y que tiene alta movilidad en suelos debido a su elevada solubilidad en agua, es la responsable de su toxicidad a largo plazo en humanos y en el medio ambiente.

Se ha comprobado que tiene efectos perjudiciales en animales de laboratorio, los cuales han llegado a presentar cambios histopatológicos en el hígado, en las glándulas suprarrenales y en las glándulas mamarias (Paro, 2012); necrosis renal, aberraciones cromosomales, degeneración neural (Brody, 2013), daño en el ADN (Medjdoub, 2011), y es disruptor endocrino (Bhaskar y Mohanty, 2014).

## ➤ Difenoconazol

**Toxicidad:** De acuerdo al IRET (sfp), tiene las siguientes características.

✓ **Toxicidad aguda:**

- DL50/CL50 oral (ratas): 1453 mg/kg;
- Inhalación (ratas): 3,3 mg/L (4h);
- Dérmico (ratas): nd; Dérmico (conejos): >2010 mg/kg.

✓ **Toxicidad tóxica:** Capacidad irritativa: Ocular positiva; Dérmica positiva.

**Capacidad alérgica:** negativa. Según la OMS tiene una clasificación III, ligeramente peligroso. Según EPA tiene una III, ligeramente tóxico, acción tóxica y síntomas de síndrome tóxico por triazol.

## ➤ Azoxystrobin

De acuerdo al IRET (sfp), tiene las siguientes características:

✓ **Toxicidad aguda:**

- DL50/CL50 oral (ratas): >5000 mg/kg
- Inhalación (ratas): 0,96 mg/L (M), 0,69 mg/L (H)
- Dérmico (ratas): >2000 mg/kg; Dérmico (conejos): nd.

✓ **Toxicidad tóxica:** Capacidad irritativa: ocular positiva (leve); Dérmica positiva (leve); Capacidad alérgica: negativa.

✓ **Toxicidad crónica y a largo plazo:** Neurotoxicidad: negativa; Eratogenicidad: negativa; Mutagenicidad: positiva (leve); Carcinogenicidad: nd (IARC); probablemente no carcinógeno (EPA); Disrupción endocrina: nd; Otros efectos reproductivos: nd; Genotoxicidad: nd; Parkinson: nd; Otros efectos crónicos: nd. Límites en agua de consumo: nd (Centroamérica); 0,1 µg/L (Unión Europea); GV nd, HV nd (Australia); % TDI nd, GV nd (OMS).

## 2.2.5. Generalidades de productos orgánicos anti fúngicos

### A). Kombucha

La bebida conocida con el nombre de kombucha es un preparado tradicional que consiste en la fermentación por un consorcio de levaduras y bacterias, de una infusión de té (*Thea arabica* L.), a la que hemos añadido azúcar. La bebida resultante tiene el sabor de una infusión de té ligeramente dulce a ligeramente ácido y recibe el nombre de kombucha o té de kombucha (Illiana 2007).

- **Variedades de Te Kombucha.** Las dos especies más populares de té Kombucha, son *Camellia sinensis* var *y sinensis*, procedente de zonas montañosas situadas entre China e India y *Camellia sinensis* var. *assamica* (té de Assam) procedente de Sri Lanka (antes Ceylan) (Kiple y Ornelas 2000) y Kombucha. Por lo que sería originario de China. (Illiana 2007).
- **Preparación del Te Kombucha.** Illiana (2007), indica que la infusión de té se prepara añadiendo hojas de té en agua puesta a hervir durante unos 10 minutos y después se retiran éstas. Luego se añade azúcar (lo óptimo es 50 g. de sacarosa por L) y se deja enfriar. El té se pasa a un frasco limpio y para iniciar el proceso de fermentación se añade fragmentos del hongo kombucha ya preparado. Luego se deja reposar a temperatura ambiente (20<sup>o</sup>-30<sup>o</sup> C) durante 7-10 días, cubriéndolo con un paño limpio de algodón.
- **Sustancias bioquímicas de kombucha.** Producto compuesto por levaduras y bacterias que después del proceso de fermentación y oxidación, el hongo lleva a cabo diferentes reacciones complicadas en la sedimentación del té, el hongo de té se alimenta de azúcar a cambio produce otras sustancias valiosas que cambian dentro de la bebida: vitaminas aminoácidos, sustancias antibióticas, ácido glucurónico, ácido acético y otros no determinados por lo tanto el té de hongo es una fábrica bioquímica real (Gunther 1991).
- **El ácido glucurónico.** Es altamente hidrosoluble conocido también como ácido del azúcar que se encuentra en la orina, este ácido reúne toxinas, como las drogas y las hormonas que se encuentran en el hígado y ayuda a

eliminarlas del cuerpo, el ácido glucurónico es usualmente utilizado como desintoxicante junta a las toxinas y las hace más hidrosolubles para que se eliminen más fácilmente por la orina. También se une a las hormonas y las libera en todo el cuerpo (Gunther 1991).

- **Aminoácidos.** Son compuestos orgánicos que se combinan para formar proteínas; Estos aminoácidos son los pilares fundamentales de la vida, un aminoácido es una molécula orgánica con un grupo amino (-NH<sub>2</sub>); y un grupo carboxilo (-COOH) (Gunther 1991).

## **B). Penca Azul (*Agave americana* L.)**

La Penca Azul (*Agave americana* L.) es una planta muy común en diferentes regiones tropicales, especialmente Antioquia, Caldas, Risaralda y Nariño, la cabuya se ha caracterizado por su producción y principalmente por ser una fuente de ingresos económicos gracias a su actividad artesanal en la elaboración de telas, sogas, empaques, entre otros productos derivados de la cabuya. Se aprovecha el 4 % en peso de toda la hoja (Lannacone 2013).

### ➤ **Principios activos de la hoja de Penca Azul**

- Andrago (2017), informa que la Penca Azul o Cabuya, contiene saponinas (hojas), por esta misma razón la investigación de esta planta se ha enfocado en la purificación y elucidación de estos compuestos. Las saponinas son glicosiladas que se forman por resultado de la hidrólisis ácida o enzimática y según su esqueleto de carbono se pueden clasificar como spirostane, furostane y furospirostane. Se dividen principalmente en 3 grupos: triterpenos, esteroides básicos y saponinas esteroidales.
- Para conocer el mejor manejo de las saponinas, se vienen realizando investigaciones enfocadas en la distribución, aislamiento y caracterización de saponinas y estas involucran la hidrólisis ácida seguida de la caracterización de la aglicona. Al igual se puede utilizar RMN 13C como una técnica no destructiva de caracterización de una saponina (Agrawal, 1985).

- Sepúlveda y Otros (2003), manifiestan que *Agave americana* L, produce saponinas, alcaloides y taninos; sustancias que causan el rompimiento de la membrana celular e inhibición competitiva por adhesión de proteínas microbianas a los polisacáridos receptores del hospedero.
- Lannacone J. y Otros (2013), manifiestan que *Agave americana* L. subsp. *Americana var. expansa* de la familia Asparagaceae, conocida comúnmente como Penca Azul, es una planta grande con hojas en roseta, conocida por los antiguos habitantes del Perú (Pino 2006). Se le puede emplear como medicina, jabón, agujas, ornamental y plaguicida (se usa el jugo de las hojas disueltas en agua). Controla la rancha (*Phytophthora infestans* Mont de Bary) y la polilla de la papa (*Phthorimaea operculella* (Zeller 1873) (Guillo 2008), citado por (Lannacone 2013).
- Lannacone J. y Otros (2013), realizó bioensayos toxicológicos con *Agave americana* L, *F. andina* y *S. saponaria* sobre el caracol *M. tuberculata* en Laboratorio. En dichos trabajos se determinó que los extractos de las especies evaluadas producen la muerte del caracol *M. tuberculata*, después de 24 h de exposición. Los valores de CLM (Concentración Letal Media), NOEC (concentración de 50 efectos no observables) y LOEC (concentración más baja de efectos observables) presentaron la siguiente secuencia en orden de toxicidad decreciente: *A. americana* > *F. andina* > *S. saponaria*. El extracto acuoso de *A. americana* presentó los mejores efectos molusquicidas sobre *M. tuberculata* en comparación a las otras dos plantas empleadas.
- Pino (2006), afirma que la Penca Azul o *Agave americana* L, tiene muchos usos, uno de ellos el uso medicinal y también como plaguicida. Por ejemplo, el jugo de la hoja disuelto en agua, es usado para el control de *Phytophthora infestans* (Mont) de (Bary) y la polilla de la papa (Guillot 2008).

### **C). Jengibre o kion (*Zingiber officinale*)**

El Jengibre es una hierba originaria de la India, Malasia, de hasta 1 m de altura, con rizomas subterráneos gruesos, que representan la parte comercial de la planta (Leal 1997). Se usa como especia, en la preparación de bebidas, perfumería, por su aroma delicado y sabor ardiente y en farmacia por sus propiedades medicinales (Thomson 1981; Pérez 1996). Es conocido por su efecto antiinflamatorio y analgésico y aunado a esto actúa como antimicótico en animales y humanos (Batista 2003).

Casanova (2004) caracterizaron el Jengibre, desde el punto de vista fotoquímico y detectaron diferencias en relación a los metabolitos secundarios (MS) presentes en los mismos. En común, se encontraron los aceites esenciales y alcaloides, excepto los débilmente básicos que no estaban presentes en el tipo criollo. En este último, fueron positivas las antraquinonas y los flavonoides. Los MS detectados representan una alternativa a estudiar en el control de patógenos y en la industria farmacéutica. Los aceites esenciales y específicamente la fracción fenólica, han sido asociados con efectos fungistáticos o fungicidas (Dubey y Kishore 1992; Muller Riebau 1995), Zapata 2003); Rodríguez y Sanabria 2005).

Pérez (2007), manifiesta que el Jengibre es una especie que se utiliza principalmente para agregar sabor agradable tanto a comidas como a bebidas, también es utilizado como fito terapéutico y farmacológico, la parte utilizada es el rizoma.

Pilarte (2012), presenta un caldo identificado como M5, elaborado a base de materias primas orgánicas y funciona como repelente, fungicida y bactericida. Es una alternativa ideal para productores que quieren implementar prácticas o tecnologías más amigables con el medio ambiente o que tienen dificultades para comprar insumos convencionales.

## **2.2.6. Labores culturales de la arveja**

### **A. Siembra**

Según el FNCYPDD (2001), existen 3 métodos de siembra manuales (a voleo, a chorro continuo y a golpes o por sitios).

#### **➤ Siembra al voleo**

Consiste en esparcir las semillas en forma de lluvia sobre el terreno preparado y luego cubrirlas con una capa de suelo.

#### **➤ Siembra a chorro continuo**

Consiste en dejar caer las semillas en el surco que se ha trazado y luego taparlas con una capa de tierra.

#### **➤ Siembra en golpes o por sitios**

Consiste en enterrar las semillas en hoyos que se han realizado previamente. Colocando 1 o 2 semillas en cada hoyo a una profundidad de 3 a 5 cm.

### **B. Deshierbas**

En términos generales la primera deshierba se requiere a la semana de la germinación 15 a 20 días después de lo cual la planta crece con relativa rapidez disminuyendo la necesidad de deshierbas sobre todo en los cultivos con densidades altas, las deshierbas manuales deben ser muy superficiales para evitar el daño de raíces (FNCYPDD. 2001).

### **C. Cosecha**

Para grano verde se realiza en forma manual, cuando las vainas estén completamente verdes y desarrolladas, antes que empiecen a endurecer (cambio de color). Se realizaron 2 recolecciones. En la primera se recogió

aproximadamente el 70% y después de 15 días se realizó la segunda recolección del tercio superior.

Según Daza (2017), el índice de madurez de cosecha para este producto, corresponde al momento en que las paredes de las vainas se encuentran succulentas, pero con el grano totalmente desarrollado (lleno); tanto para consumo en fresco como para congelación. En estado apropiado de madurez de cosecha, es cuando las vainas contienen entre 85 y 88 % de agua y pesan generalmente entre 4,5 y 6 g por unidad.

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Ubicación del experimento

##### Ubicación política y geográfica del experimento

El experimento de campo del presente estudio se instaló en el sector Noroccidental del Valle y Provincia de Celendín. El lugar específico tiene las siguientes coordenadas geográficas  $6^{\circ} 51' 57''$  S y  $78^{\circ} 08' 45''$  O, con una temperatura promedio de  $14.0^{\circ}\text{C}$  y una altitud de 2625 msnm.

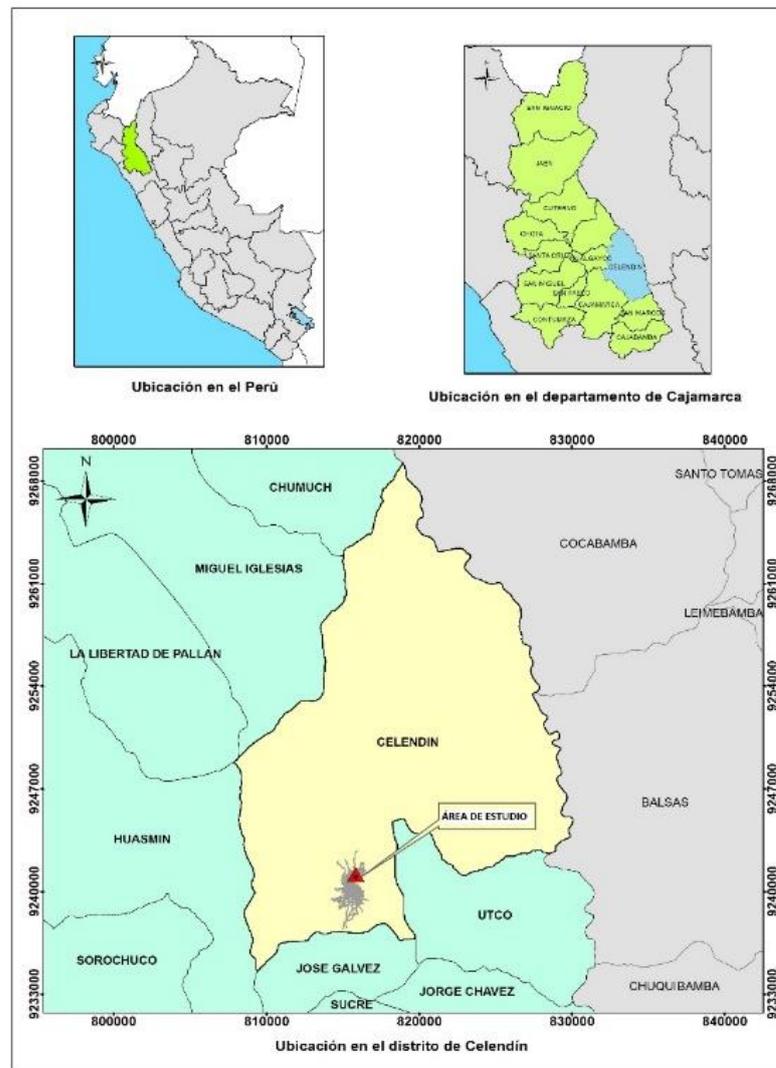
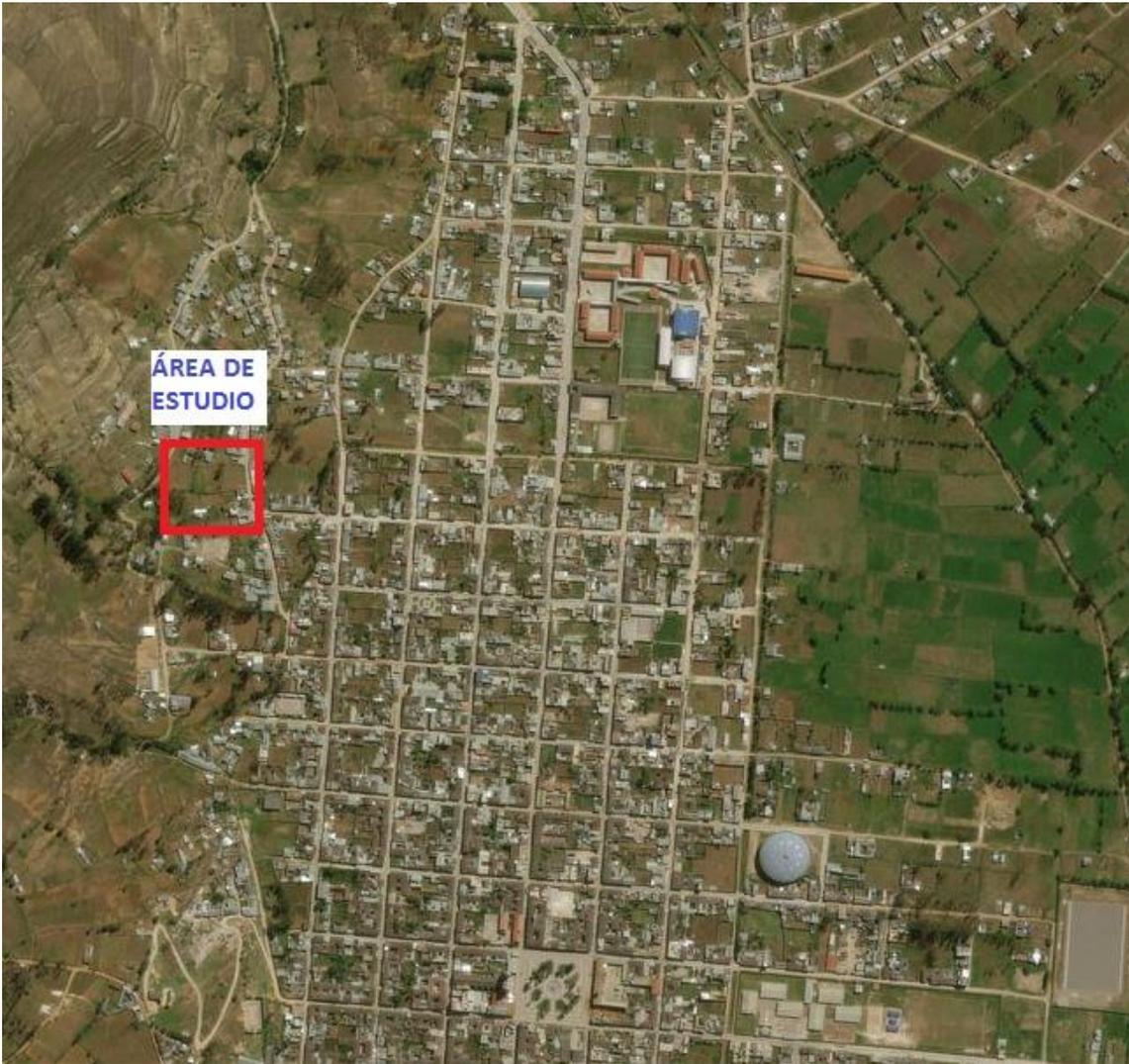


Figura 2. Ubicación geográfica del experimento.



*Figura 3. Ubicación geográfica del campo experimental, Celendín.*

## 3.2. Materiales

### A. Material biológico

- Kombucha.
- Penca Azul (*Agave americana* L).
- Kion o Jengibre (*Zingiber officinale*).
- Semilla de arveja (*Pisum sativum* L.).

### B. Material de campo

- Depósitos de plástico.
- Abonos (Gallinaza, Superfosfato Triple de Calcio, Cloruro de Potasio).
- Wincha.
- Cuaderno de apuntes.
- Cámara fotográfica.
- Calculadora.
- Mochila pequeña para fumigar.

### C. Material y equipo de laboratorio

- Ollas de acero inoxidable.
- Alcohol al 70%.
- Frascos de vidrio.
- Probetas de plástico.
- Balanza de reloj.
- Microscopio.

### 3.3. Metodología

#### 3.3.1. Factores en estudio

Control de fungosis utilizando productos orgánicos y productos químicos.

#### 3.3.2. Tratamientos (Tabla 2)

Tabla 2. Tratamientos en estudio.

Clave	Descripción
T1	Kombucha (Preparado fermentado).
T2	Jengibre o Kion ( <i>Zingiber officinale</i> ).
T3	Penca Azul ( <i>Agave americana</i> L).
T4	Protexin (Carbendazim).
T5	Benomyl (Benzimidazol).
T6	Testigo.

#### A. Aplicación de los tratamientos

Los tratamientos fueron aplicados a partir del estado de botón de la arveja y se repitió cada 8 días; totalizando 6 aplicaciones en un tiempo de 45 días.

Los tratamientos orgánicos se prepararon de la siguiente manera:

- **Kombucha.** En la preparación de Kombucha, se usó la metodología que relata Iliana (2007), según la cual; se inicia añadiendo hojas de té en agua puesta a hervir durante unos 10 minutos y después se retiran éstas. Luego se añade azúcar (lo óptimo es 50 g. de sacarosa por L) y se deja enfriar. El té se pasa a un frasco limpio y para iniciar el proceso de fermentación se añade fragmentos del hongo kombucha ya preparado. Luego se deja reposar a temperatura ambiente (20<sup>o</sup>-30<sup>o</sup>C) durante 7 a 10 días, cubriéndolo con un paño limpio de algodón.

Para realizar la aplicación, se diluyeron 200 ml de la infusión en 200 ml de agua, obteniéndose así 400 ml, que fue la cantidad que se aplicó a cada tratamiento.

Los 400 ml se colocaron en una mochila fumigadora mediana y con ella se hizo la aplicación de la misma, cubriendo toda la planta, partiendo del cuello de la misma. La aplicación se hizo antes de las 9 de la mañana.

- **Jengibre o Kion (*Zingiber officinale*).** La solución de Jengibre se preparó siguiendo las instrucciones de la guía Técnica preparada en Nicaragua por Jiménez Martínez E. (2016), usando los siguientes materiales: 12 onzas de raíces de Jengibre, 2 litros de alcohol, un colador. La preparación misma consistió en tomar un recipiente, luego se pesaron y trituran las 12 onzas de raíz de Jengibre, las mismas que se colocaron dentro del recipiente elegido, luego se agregó 2 litros de alcohol. Finalmente se tapó el recipiente y se dejó por 8 días.

Para realizar la aplicación de la solución de Jengibre, se tomaron 10 cc por litro de agua. Se mezcló bien y luego se aplicó a todo el follaje de la arveja usando una mochila manual. La aplicación se realizó antes de las 9 de la mañana, bañando toda la planta.

- **Penca Azul (*Agave americana* L).** Para la obtención de sustrato de Penca Azul se procedió al picado en pequeños trozos cuadrados de 1cm aproximadamente, que fueron chancados usando un molino manual.

Del jugo obtenido se utilizó 200 ml, los mismos que fueron diluidos en 200 ml de agua, obteniendo así una solución de 400 ml para ser aplicados a cada tratamiento. La aplicación se realizó antes de las 9 de la mañana.

- **Protexin (Carbendazim).** Se aplicó preparando una solución en la proporción de 1.5 cc del fungicida por litro de agua, aplicándose antes de las 9 am a todos los bloques.

- **Benomyl (Benlate).** Se aplicó a razón de 1.5 g del fungicida por litro de agua, aplicándose antes de las 9 am a todos los bloques.
- **Testigo.** No se aplicó nada.

## B. Diseño experimental

Se realizó Bloques Completos al Azar con 3 Repeticiones.

### ➤ Croquis del experimento

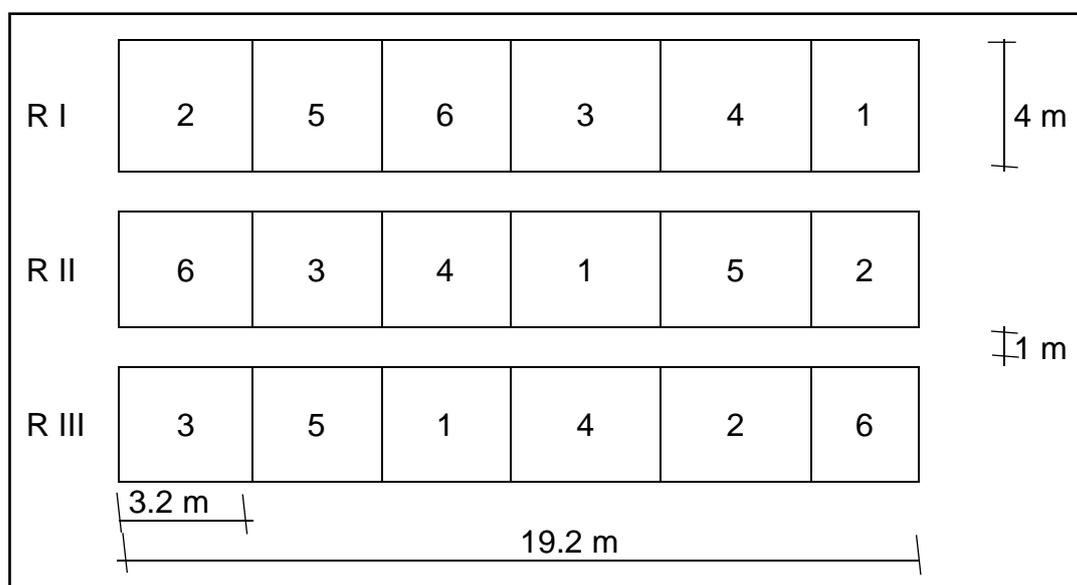


Figura 4. Croquis del experimento.

### 3.3.3. Instalación y conducción del experimento en campo

#### A. Área de unidades experimentales

Cada unidad experimental tubo las siguientes dimensiones: 4 m largo, 3.2 m de ancho con un área total 12.8 m<sup>2</sup>, donde se sembrarán 4 surcos de 0.80 m de ancho.

Cada repetición tuvo 6 unidades experimentales, por tanto, el experimento tuvo 24 unidades experimentales (3 repeticiones). El área neta del experimento fue de 153.6 m<sup>2</sup>, y el área total de 201.20 m<sup>2</sup> (incluye 3 calles de 1 m de ancho).

## **B. Delimitación de bloques y parcelas**

Utilizando estacas, cal y rafia, se delimito los 3 bloques, que vienen a ser 3 rectángulos de 19.2 m de largo por 4 m de ancho. En cada esquina se colocó una estaca. Con la finalidad de lograr uniformidad en cada bloque, el bloque se trazó cortando a la pendiente. Los bloques fueron separados por una calle de 1 m de ancho, de modo que los bloques quedaron paralelos.

Dentro de cada bloque se delimitaron las parcelas, procediendo de la siguiente manera: Partiendo de una esquina, se colocaron estacas a lo largo del bloque a una distancia de 3.20 m cada una.

Quedaron así delimitadas las 6 parcelas dentro de cada bloque (R1, R2, R3).

## **C. Trazado de líneas de siembra**

Esta labor se realizó utilizando una cuerda, una wincha y una lampilla. Las líneas se trazaron a una distancia de 0.80 m entre surco. Se hizo el mismo día de la siembra.



*Figura 5. Trazo de líneas para siembra*

#### **D. Siembra y fertilización**

Se realizó inmediatamente después de trazar la línea de siembra, en 2 pasos:

- El primero consistió en colocar el abono a chorro corrido, en el fondo de la línea trazada. Este abono fue tapado con una capa de tierra de 5 cm de espesor.
- El segundo paso consistió en colocar las semillas en línea continua, a razón de 17 plantas por m<sup>2</sup>, las mismas que fueron cubiertas con una capa de 3 cm de espesor.

#### **E. Deshierbas y riegos**

El deshierbo se realizó en forma manual, cuando las malas hierbas tenían en promedio 4 hojas. No fue necesario realizar riegos.

#### **F. Cosecha**

Se hizo tratamiento por tratamiento, cuando el cultivo llegó a la madurez de cosecha, que viene a ser cuando el grano llegó a su máximo desarrollo y la vaina presentaba un color verde uniforme.

#### **3.3.4. Trabajo de laboratorio**

Se hizo la preparación de los productos orgánicos.

#### **Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

- **Severidad de la fungosis.** Es la variable más importante en el estudio, puesto que a través de ella se deducirá el efecto de los productos orgánicos y químicos en el control de la fungosis de arveja.

En la evaluación de esta variable se utilizó la siguiente escala:

Tabla 3. Escala de evaluación de la fungosis en arveja.

GRADO	DESCRIPCIÓN
Grado 1	0 % de planta afectada (planta sana)
Grado 2	01 al 25 % de planta afectada
Grado 3	26 al 50 % de planta afectada
Grado 4	51 al 75 % de planta afectada
Grado 5	76 al 100 % de planta afectada

En la evaluación se siguió el siguiente procedimiento:

- Al azar se tomó una planta.
- Se separa la planta elegida.
- Se estima el grado de severidad que presenta la planta examinada.
- Se anota el grado correspondiente.
- Esta evaluación se realizó en cinco plantas por parcela.

Los datos obtenidos (grados de severidad) fueron convertidos al Índice de Intensidad de Ataque (IIA), correspondiente.

En la estimación del IIA, se usó la siguiente fórmula donde:

$$\text{IIA} = (\sum (P_i * G_i)) / N * 100$$

IIA = Índice de Intensidad de Ataque.

P<sub>i</sub> = Planta evaluada.

G<sub>i</sub> = Límite superior en la escala del grado de severidad asignado a la planta.

i = 1, 2, ..., n.

N = Número total de plantas evaluadas.

- **Número de plantas cosechadas.** Se registró el número de plantas que fueron cosechadas.

- **Número de vainas por planta.** Se registró el número de vainas de cada una, en 5 plantas tomadas al azar de los surcos centrales de cada unidad experimental.
- **Peso de grano por planta.** Se registró el peso de todos los granos obtenidos de las vainas de cada una de las 5 plantas que conformaron la muestra en cada unidad experimental.
- **Longitud de tallo:** Debido a que el estudio se proyectó usando la metodología tradicional de siembra de arveja que no incluye espaldares, no fue posible medir la altura de la planta. En cambio, se registró la longitud del tallo como una referencia de la altura de planta. Es el dato que se usó para el análisis estadístico.

### 3.3.5. Trabajo de gabinete (manejo estadístico de los datos)

- **Análisis de varianza.** Se hizo de acuerdo al esquema indicado en la Tabla 4.

*Tabla 4. Esquema del análisis de varianza a realizarse con los datos de las variables evaluadas.*

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Grados de Libertad</b>
Repeticiones (r)	2
Tratamientos (t)	5
<b>Error</b>	<b>10</b>
<b>Total</b>	<b>17</b>

- **Pruebas de significación**

Comparación de varianzas en el ANVA: Prueba de “F”.

Prueba de comparación de medias: Tukey al 5%.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIONES

Durante la conducción del experimento y en la cosecha se han registrado datos de las siguientes variables: Severidad de fungosis, longitud de tallo, número de vainas por planta y peso de grano por planta.

Lo más importante del trabajo es conocer el control que ejercen los productos orgánicos aplicados (kombucha, Penca Azul y Jengibre), también el control que ejercen los fungicidas químicos aplicados (Benomyl y Carbendazim); para el control de fungosis en arveja. Para lo cual fue necesario realizar el análisis de varianza de los datos obtenidos en las evaluaciones realizadas.

La fungosis que se presentó en el cultivo de arveja, estuvo constituida solo por Antracnosis. Aunque al final de la campaña se observó también síntomas de Fusariosis, pero ya no se pudo evaluar, debido a que resultaba difícil separar los síntomas de la incidencia de Fusariosis, de la apariencia que mostraba el follaje por el estado de maduración de las plantas de arveja, en que se encontraban.

#### **A. Severidad de antracnosis**

Se consideró evaluar la severidad de antracnosis, como la principal variable del estudio, para analizar el efecto del control de fungosis en arveja. Se hizo esta elección porque otros investigadores lo vienen usando como también los productores de arveja lo usan, en el manejo de sus cultivos y específicamente para determinar el momento en que deben controlar alguna enfermedad.

Debido a que los datos de severidad, se recogieron usando una escala compuesta por 5 grados y como cada grado representa un rango de porcentaje del follaje afectado de la planta; los datos fueron convertidos al Índice de Intensidad de Ataque (IIA). Valor con el cual se realizó el análisis de varianza.

➤ **Análisis de varianza de la primera evaluación de antracnosis, realizada el 19/12/2018.**

*Tabla 5. Análisis de varianza del IIA de la primera evaluación de antracnosis.*

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F calculada</b>	<b>F tabular</b>
Repeticiones	1	0.247	0.247	2.30 NS	6.61
Tratamientos	5	1.583	0.317	2.96 NS	5.05
Error	5	0.536	0.107		
Total	11	2.365			

CV = 8.2 %

El coeficiente de variabilidad obtenido se encuentra dentro del rango aceptado para este tipo de trabajos.

En la Tabla 5, se observa que el valor de F calculada es menor que el valor de F tabular. Lo cual nos indica que no hay diferencias significativas en el IIA, estimado para cada tratamiento y el testigo. Nos llevarían también a afirmar que en esta primera evaluación no habría control efectivo de la fungosis; por los fungicidas químicos, tampoco por los productos orgánicos; puesto que estadísticamente los tratamientos son semejantes con el testigo que no recibió ningún control.

Sin embargo, es preciso observar que la ausencia de diferencias significativas indicado por la prueba de F, se debe a que el valor de F tabular, es relativamente alto; situación que dificulta detectar diferencias significativas.

Se puede contar con un menor valor de F tabular, aumentando el número de grados de libertad del error. Para lo cual se recomienda aumentar el número de repeticiones.

Se hace esta recomendación, para no caer en una situación como la actual, en la que no podemos afirmar que hay un mejor control con la aplicación de ciertos tratamientos como es la aplicación de Jengibre, Penca Azul o Carbendazim que tienen un IIA de 14.5 %, que es bastante menor que el IIA del testigo igual a 22 % (Tabla 6 y Figura 5). El valor de 14.5 % representa solo 2 terceras partes del

IIA del testigo. Por ello podemos tomarlo como un indicio de un mejor control de fungosis de arveja con Jengibre, Penca Azul y Carbendazim.

Tabla 6. Promedios del IIA de antracnosis en la primera evaluación.

Tratamientos	IIA
Jengibre	14.5
Penca Azul	14.5
Carbendazim	14.5
Kombucha	19.0
Benomyl	20.5
Testigo	22.0

Las diferencias que se aprecian en la Tabla 6, se observan también en la Figura 5.

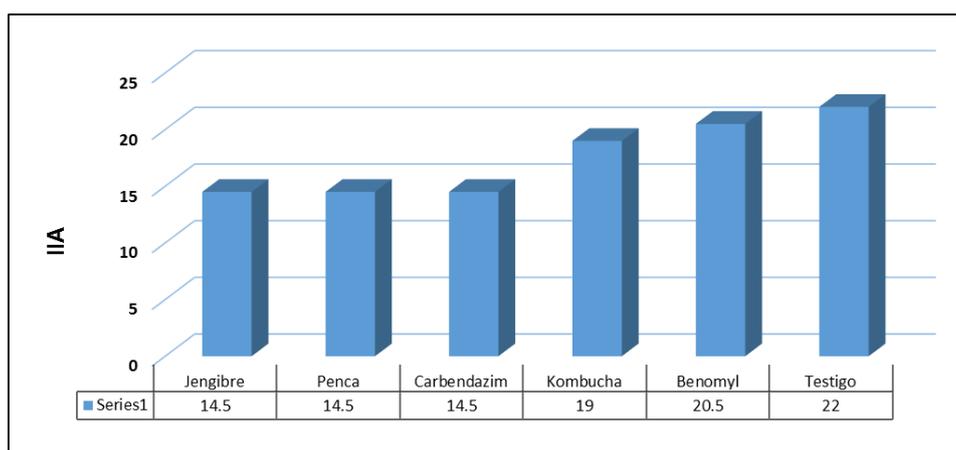


Figura 6. IIA en la primera evaluación de antracnosis.

➤ **Análisis de varianza de la segunda evaluación de antracnosis, realizada el 29/12/2018.**

Tabla 7. Análisis de varianza del IIA en la segunda evaluación de antracnosis.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F tabular
Repeticiones	1	0.238	0.238	1.345 NS	6.61
Tratamientos	5	0.885	0.177	1.000 NS	5.05
Error	5	0.885	0.177		
Total	11	2.008			

CV = 8.71 %

El coeficiente de variabilidad, está dentro del rango considerado adecuado para este tipo de experimentos.

En esta evaluación, tampoco se encontró diferencias significativas en el IIA, debido a la aplicación de los fungicidas químicos y los productos orgánicos, con el testigo. Puesto que el valor de F calculado es menor que el valor de F tabular. Lo cual indica que el IIA es semejante en los tratamientos que recibieron fungicidas químicos, los tratamientos que recibieron productos orgánicos y el testigo.

Sin embargo, en el campo se observó que había diferencias claras de la severidad de antracnosis, entre tratamientos y el testigo; diferencias que se reflejan también en el promedio del porcentaje del IIA, en la Tabla 08 y Figura 06.

Los promedios correspondientes a la aplicación de Benomyl, Kombucha, Penca Azul y Carbendazim, tienen un IIA de 22; mientras que el testigo tiene un IIA de 26 %. Valores que nos indican una tendencia clara de efectos significativos (ahora no detectados), de los tratamientos en estudio.

Esta dificultad se puede superar con la misma recomendación de aumentar el número de repeticiones en futuros trabajos de este tipo.

De acuerdo a los promedios de la Tabla 8, los productos orgánicos Kombucha y Penca Azul, podrían reemplazar a Benomyl y Carbendazim; puesto que tienen un mismo IIA. Lo cual haría factible el reemplazo de los fungicidas químicos por los productos orgánicos y con ello conseguir mitigar la contaminación ambiental por fungicidas.

*Tabla 8. Promedios del IIA en la segunda evaluación de antracnosis.*

<b>Tratamientos</b>	<b>IIA</b>
Benomyl	20.5
Kombucha	22.0
Penca Azul	22.0
Carbendazim	22.0
Testigo	26.0
Jengibre	28.3

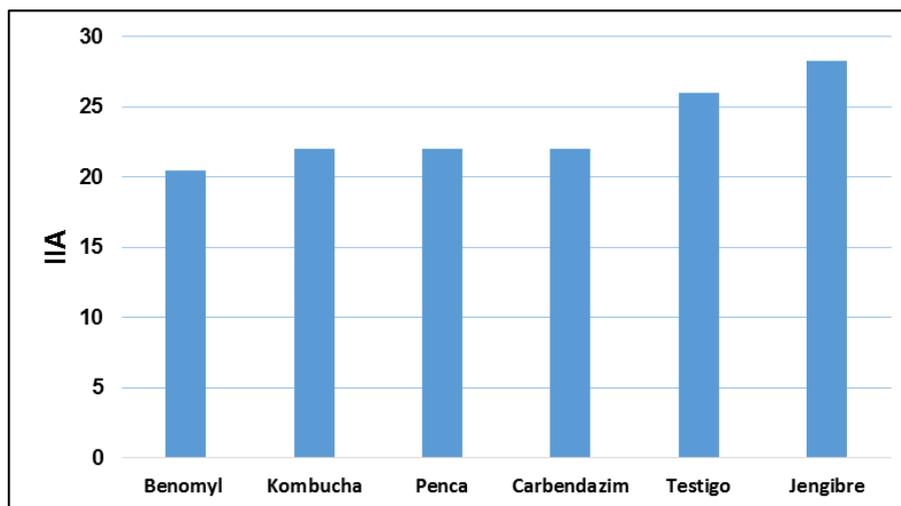


Figura 7. IIA en la segunda evaluación de antracnosis.

➤ **Análisis de varianza de la tercera evaluación de antracnosis, realizada el 08/01/2019.**

Tabla 9. Análisis de varianza del IIA en la tercera evaluación de antracnosis.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	F tabular
Repeticiones	1	2.475	2.475	4.058 NS	6.61
Tratamientos	5	8.150	1.630	2.672 NS	5.05
Error	5	3.050	0.610		
Total	11	13.675			

CV = 13.8 %

El coeficiente de variación es adecuado para este tipo de trabajo.

Al igual que los casos anteriores, la prueba de F nos indica que no hay diferencias significativas entre tratamientos y el testigo. Pero mientras se realizaban las evaluaciones en el campo, se observó diferencias en la severidad de ataque de antracnosis entre tratamientos y el testigo; mostrándose el testigo más afectado por antracnosis. Situación que numéricamente se confirma en la Tabla 10 y objetivamente en la Figura 07. Puesto que en la Tabla 10, el testigo tiene un IIA de 50 %, que viene a ser el doble del valor del IIA estimado para los tratamientos que recibieron Kombucha, Penca Azul y Benomyl que llegan solo al 25 %.

Estos resultados son más claros, como indicios de la existencia de verdaderas diferencias en el IIA, entre los tratamientos y el testigo; debidas al control que ejercen los productos orgánicos y los fungicidas químicos en el control de fungosis. Lo cual significa que los productos orgánicos, como Kombucha y Penca Azul; son una gran alternativa para reemplazar a los fungicidas químicos, por mostrar un comportamiento semejante con ellos frente a la antracnosis de arveja.

Con la finalidad de poder detectar las diferencias entre los tratamientos y el testigo, ahora no detectadas, reiteramos la recomendación de aumentar el número de repeticiones en este tipo de trabajos.

Tabla 10. Promedios de IIA en la tercera evaluación de antracnosis.

<b>Tratamientos</b>	<b>IIA</b>
Kombucha	25.0
Penca Azul	25.0
Benomyl	25.0
Carbendazim	27.5
Jengibre	42.5
Testigo	50.0

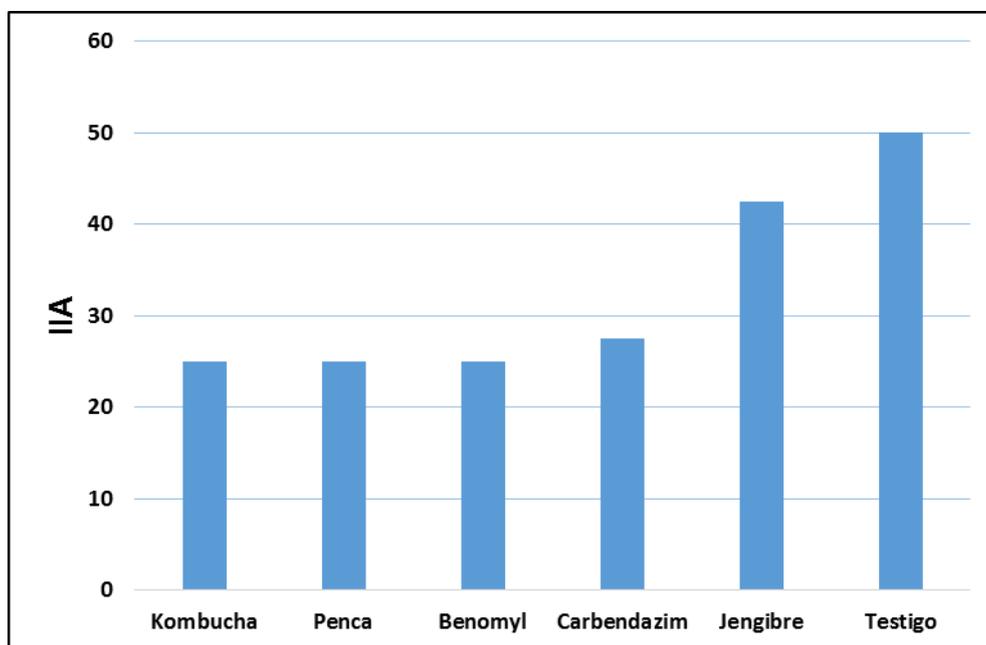


Figura 8. IIA en la tercera evaluación de antracnosis.

De esta manera podemos considerar a los productos orgánicos como una opción real para reemplazar a los productos químicos y lograr así una forma de producir arveja más amigable con el ambiente.

## B. Longitud de tallo

Esta variable fue evaluada para contar con una referencia de la altura de planta, característica que no fue evaluada porque la tecnología de siembra usada en el experimento, fue la tradicional que no incluye tutores en el experimento; requisito indispensable para poder medir la altura. En cambio, se midió la longitud de tallo y es lo que se analizará.

Tabla 11. Análisis de varianza de la longitud de tallo de arveja.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	F tabular
Repeticiones	1	221.880	221.880	8.675 **	6.61
Tratamientos	5	91.080	18.216	0.712 NS	5.05
Error	10	255.760	25.576		
Total	11	568.720			

CV=8.4%

Observando la Tabla 11, se aprecia que el valor de F calculado correspondiente a repeticiones, es mayor que el F tabular; lo cual nos indica que la longitud de planta ha sido afectada por las repeticiones. De acuerdo a lo observado en el campo, tales diferencias se originan en la humedad del suelo, la misma que fue mayor en la segunda repetición y por tanto la longitud de tallo es menor en esta repetición. Pero no hay diferencias significativas entre tratamientos y el testigo.

Tabla 12. Promedio de la longitud de tallo de arveja.

Tratamientos	Longitud de tallo (cm)
Kombucha	109.1
Jengibre	109.8
Penca Azul	105.0
Benomyl	109.4
Carbendazim	114.5
Testigo	109.8

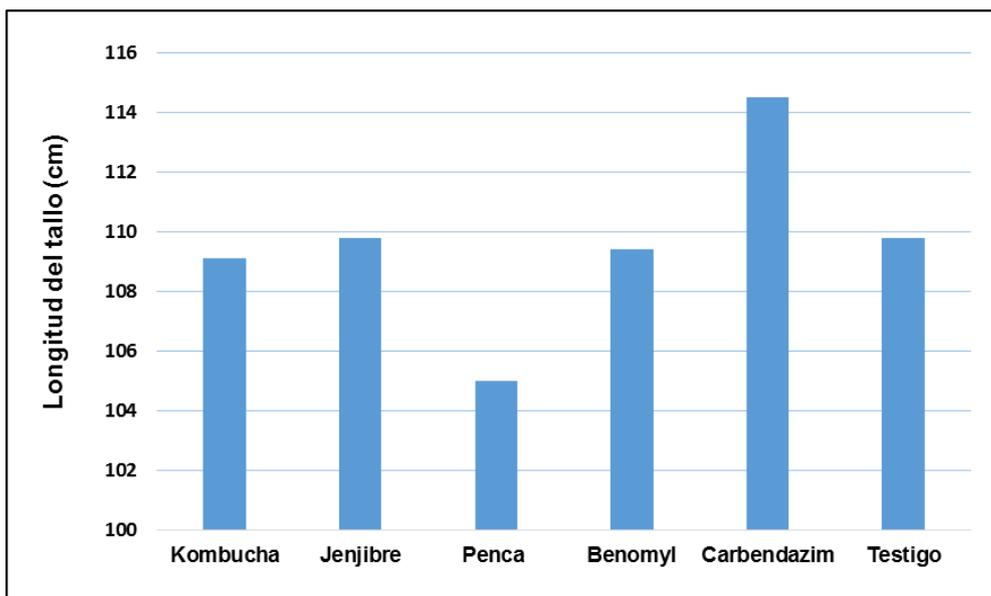


Figura 9. Longitud de tallo de arveja.

No se aprecia efecto de los tratamientos en la longitud del tallo, debido probablemente a que el ataque de antracnosis se presentó más intensamente después de la floración, cuando el crecimiento del tallo ya se ha detenido.

### C. Peso de grano por planta

La importancia de esta variable radica en su uso para estimar el rendimiento de arveja en grano. Aspecto muy importante porque producir grano de arveja es el objetivo de cultivar arveja. Los datos obtenidos de esta variable, se han analizado de acuerdo al diseño experimental usado; obteniéndose los resultados que se dan en la Tabla 13.

En la Tabla 13 se observa que el valor de F calculada, de repeticiones y de tratamientos es menor que el valor de F tabular correspondiente; por tanto, debemos aceptar que no hay diferencias significativas entre repeticiones y entre tratamientos, incluido el testigo. La dificultad afrontada para detectar diferencias significativas y las recomendaciones para superarlas; son las mismas indicadas al analizar el análisis del IIA de las tres evaluaciones de antracnosis.

Tabla 13. Análisis de varianza del peso de grano por planta de arveja.

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F calculada</b>	<b>F tabular</b>
Repeticiones	1	11.603	11.603	1.286 NS	6.61
Tratamientos	5	117.897	23.579	2.614 NS	5.05
Error	10	90.217	9.022		
Total	11	219.717			

CV = 26 %

El coeficiente de variación con un valor de 26 % resulta un poco elevado, pero no indica la necesidad de aplicar alguna metodología adicional para continuar con el análisis, por tratarse de una variable cuantitativa que sigue una distribución normal.

Pasando a la Figura 10; encontramos una gran variación de los promedios, que nos lleva a suponer la existencia de diferencias significativas; pero estadísticamente no llega a mostrar significación.

Sin embargo, es necesario resaltar que numéricamente se observa que donde se aplicó Benomyl para controlar antracnosis de arveja, obtuvo un peso de grano por planta de 16.6 g. que viene a ser más del doble del promedio obtenido con el testigo, que arrojó fue de solo 8.2 g. Además, los productos orgánicos; Kombucha y Jengibre, obtuvieron un promedio cercano con el Benomyl.

La ausencia de diferencias significativas entre los productos orgánicos y los químicos, podríamos tomarlo como la factibilidad de reemplazar los productos químicos por los orgánicos; pero al mismo tiempo pierde consistencia tal posibilidad, porque el peso de grano por planta, de ambos tratamientos es semejante estadísticamente, con el peso por planta obtenido con el testigo

Lo cual significa que el control de hongos no se traduce en un mayor peso de grano o sea el rendimiento.

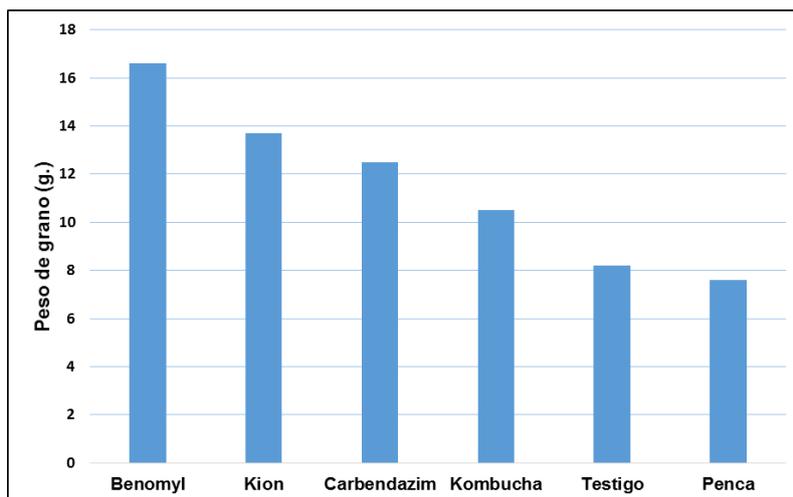


Figura 10. Peso de grano por planta de arveja.

#### D. Número de vainas por planta

Esta característica es muy importante porque es un componente del rendimiento, por tanto, es necesario evaluarla con la finalidad de tener idea como sería afectado el rendimiento de arveja, si se cambia los fungicidas químicos por los orgánicos.

Tabla 14. Análisis de Varianza del número de vainas por planta de arveja.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F tabular
Repeticiones	1	0.301	0.301	0.061NS	6.61
Tratamientos	5	104.084	20.817	4.195NS	5.05
Error	10	49.624	4.962		
Total	11	154.009			

CV = 12.2%

El análisis de varianza aplicado a los datos obtenidos arrojó los resultados que se dan en la Tabla 14, donde se aprecia que no hay diferencias significativas para tratamientos.

Sin embargo, en la figura 11, se observa que hay una gran diferencia numérica entre los promedios de vaina por planta. Puesto que el promedio más alto que corresponde al tratamiento con Benomyl tiene un valor de 15.5 vainas, que

representa más del doble del promedio más bajo de todos, que corresponde al tratamiento con Carbendazim que tiene un valor de solo 6.5 vainas por planta.

La gran diferencia numérica de los promedios en número de vainas por planta, expuesta; revela un claro indicio de la existencia de diferencias reales de los tratamientos con el testigo y entre ellos. En esta oportunidad el valor relativamente alto de F tabular. Situación que nos lleva a reiterar la recomendación de aumentar el número de repeticiones, con la finalidad de hacer posible detectar los efectos de los tratamientos.

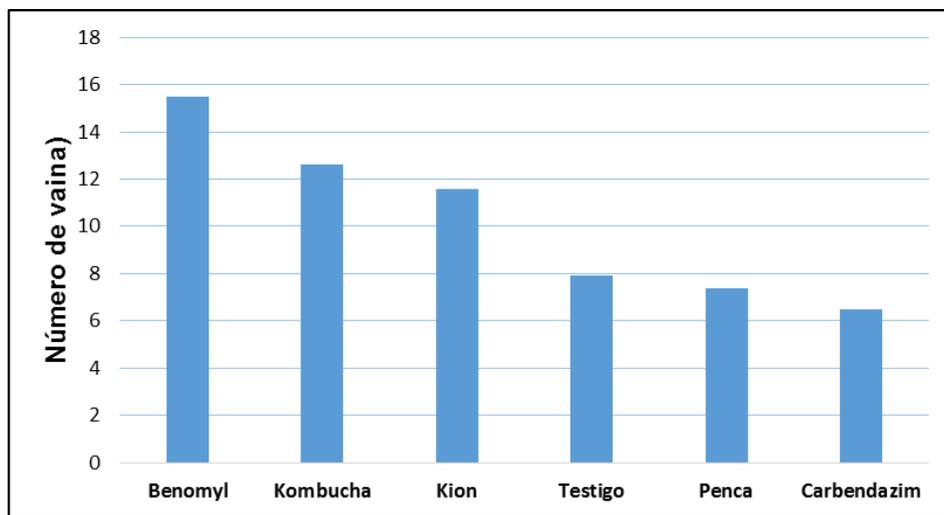


Figura 11. Número de vainas por planta.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

El control de fungosis en arveja, con productos orgánicos y con productos químicos, no se reflejó en las variables: Severidad de antracnosis, longitud de tallo, peso de grano y número de vainas por planta. Pero si existen claros indicios de verdaderos efectos de los tratamientos en el control de fungosis de arveja.

Se recomienda usar más de 3 repeticiones en este tipo de trabajos, así como el análisis de residuos de los productos aplicados en los frutos cosechados.

## CAPITULO VI

### REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Abril Giraldo, S.D., 2017. Establecimiento de un proyecto productivo de arveja (*Pisum sativum* L.) en un área de 5.000 m<sup>2</sup> como alternativa económica ante la deforestación en el municipio de Ragonvalia, norte de Santander. Informe final de grado. Universidad de Salle. Facultad de Ciencias Agropecuarias. El Yopal. 68 p.
- Alza Camacho WR. y Otros (2015). Estimación del riesgo de contaminación de fuentes hídricas de pesticidas (Mancozeb y Carbofuran) en Ventaquemada, Boyacá – Colombia. Escuela de Ciencias Químicas. Facultad de Ciencias. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Tunja, Boyacá- Colombia. Acta Agron. (2016) 65 (4) p 368-374.
- Andrango A.M. y otros. 2017. Exploración del uso de extractos de *Agave americana* L. y *Estrobilurus tenacellus* en el control de Tizón Tardío de la papa. VII Congreso Ecuatoriano de la Papa. Universidad Técnica de Ambato. Ambato. Ecuador. p 184 – 186.
- Andrango Quisaguano, AM. 2017. Uso de extractos de Penca Azul (*Agave americana* L.) y hongos de sombrero (*Estrobilurus tenacellus*) como preventivos del tizón tardío (*Phytophthora infestans*) en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) variedad chaucha amarilla. Tesis para graduarse como Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Cevallos. Ecuador. 44 pp.
- Aparicio, V.; De Gerónimo, E.; Guijarro, K. H.; Pérez, D.; Portocarrero, R.; Vidal, C. 2015. 1º ed. Los plaguicidas agregados al suelo y su destino en el ambiente. Balcarce, Buenos Aires. Faimallá, Tucumán. Reconquista, Santa Fe. Ediciones INTA. 13.
- Batista, A.; J. Pino, J.; L. Rodríguez; G. Padrón y G. Palomar. 2003. Caracterización de los compuestos pungentes en la tintura de Jengibre al 50 %. Rev. Cubana Plant. Med. 8(3):2-7.
- Casanova, R.; J. Castillo; Y. Him; M. E. Sanabria y D. Rodríguez. 2004. Metabolitos secundarios en dos variedades de Jengibre. I Seminario

- Presente y futuro de la investigación y aprovechamiento de las plantas medicinales en Venezuela. Fundación Instituto de Estudios Avanzados. Caracas, Venezuela. pp 110-113.
- Checa, O; Ligarreto, G; Lagos, T; Betancourth, C; & Arteaga, G. (2011). Sureña y Alcala. Variedad Mejorada de Arveja. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño Facultad de Ciencias Agrícolas Grupo de Investigación en Cultivos Andinos.
  - Daza Narváez NA. 2017. Cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) como alternativa de diversificación de cultivos y aporte a la seguridad alimentaria del municipio de Gigante Huila. Informe Final de Grado. Universidad de la Salle. Facultad de Ciencias Agropecuarias. El Yopal. 103 pp.
  - De Bernardi, L. 2016. Informe de: Arvejas (*Pisum sativum* L) Sub Secretaria de Mercados Agropecuarios.
  - De Bernardi; Luis 2016. Informe de arvejas. Dirección Información Agropecuaria y forestal. Estación Experimental Agropecuaria. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Balcare, Argentina. 14 pp.
  - Delucchi A, Zapata R. y Quiroga M. 2012. Uso de productos naturales alternativos para el manejo sustentable de *oídium* sp. Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Salta. 25 p.
  - Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE COL). 2015. El Cultivo de Arveja en Colombia. Boletín Mensual No. 33.
  - Departamento de Salud y Servicios para Personas Mayores de New Jersey. 2004. Benomilo (Benomyl). Hoja informativa sobre substancias peligrosas. New Jersey. Estados Unidos de América. pp 6
  - Dirección Regional Agraria Cajamarca. 2013. Dirección de Estadística e Informática. Cajamarca, Perú. 15p
  - Federación Nacional de Cafeteros y Programas de Desarrollo y Diversificación (FNCYPDD). 2001. El cultivo de la arveja. Ediciones Montserrat. Cundinamarca - Colombia. 67p
  - Gravilescu, M. 2005. Fate of Pesticides in the Environment and Its Bioremediation. In Engineering in Life Science. 5 (6): 497-526. Available in:

[https://www.researchgate.net/publication/229697866\\_Fate\\_of\\_Pesticides\\_in\\_the\\_Environment\\_and\\_Its\\_Bioremediation](https://www.researchgate.net/publication/229697866_Fate_of_Pesticides_in_the_Environment_and_Its_Bioremediation).

- Guillot, OD, der Meer, PV, Lumbreras, EL & Picornell, AR. 2008. El género *Agave* L. en la flora alóctona valenciana. Monografías de la revista *Bouteloua*, vol.3, pp. 1-93.
- Gunther, W. Frank. 1991. Kombucha, “Bebida Saludable y Remedio Natural del Lejano Oriente” 1° edición. Monthly magazine. Alemania pp.18-23.
- Illiana C. 2007. El hongo Kombucha. Dpto. Biología Vegetal, Facultad de Biología, Universidad de Alcalá, Alcalá de Henares. Madrid. España. 28 p.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). 2009. Perú: Consumo Per Cápita de los Principales alimentos. Dirección Técnica de Demografía e Indicadores sociales. Lima, Perú. 236p.
- Jiménez M., E. 2016. Preparación y uso de bioplaguicidas para el manejo de plagas y enfermedades agrícolas en Nicaragua. Guía Técnica. Universidad Nacional Agraria (UNA Nicaragua). Nicaragua. Pp 22.
- Lannacone J. y Otros (2013). Toxicidad de los bioplaguicidas *Agave americana* L, *Furcraea andina* (Asparagaceae) y *Sapindus saponaria* (Sapindaceae), sobre el caracol invasor *Melanoides tuberculata* (Thiaridae). Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Ricardo Palma (URP). Santiago de Surco, Lima, Perú. 37p
- Livia Miranda, T. 2014. Propiedades antagónicas de kombucha a fitopatógenos fungosos en condiciones “in vitro”. Tesis título ing. Agrónomo. Cajamarca – Perú. Universidad Nacional de Cajamarca. 13 p.
- Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI Peru). 2017. Boletín Estadístico de la Producción Agrícola 7 Ganadera 2017. II trimestre. Sistema Integrado de Estadística Agraria. Lima Peru. 129 Pp
- Montana 2016. Croplan. Hoja de seguridad. Pp 8.
- Muñoz, F. 2002 Plantas Medicinales y Aromáticas estudio cultivo y procesado, Primera Edición, Editorial Mundi prensa, España. 365 p.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO Chile). 2010. Biopreparados para el manejo sostenible de plagas y

- enfermedades en la agricultura urbana y periurbana. Guía como hacerlo. Santiago. Chile. 94 pp.
- Pérez Z. 2007. El cultivo de Jengibre. Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica. San José. Costa Rica. 81 p.
  - Pilarte P.PF. 2012. Compendio de hojas técnicas y estrategias de manejo de agricultura sostenible. Catholic Relief Services. Guatemala Ciudad. Guatemala. 112 p
  - Pino, GI. 2006. Estado actual de las suculentas en el Perú. Zonas Áridas, vol. 10, pp. 155- 173.
  - Sepúlveda, G., Porta, H., y Rocha, M. 2003. La participación de los metabolitos secundarios en la defensa de las plantas. Rev. Mexicana de Fitopatología. 21(3):355–363.
  - TECNOAGRO. 2012. Plagas y Enfermedades de la arveja, consultada 06 de febrero del 2017. [www.tecnoagro.com.mex](http://www.tecnoagro.com.mex).
  - Torres Rojas, Miguel Fernando. 2016. Propiedades antagónicas de disoluciones de kombucha contra *Sclerotium cepivorum* Berk. Tesis para Obtener el título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca. Perú.

## ANEXOS

### ANEXO 1. RESULTADOS

#### A) Severidad de antracnosis

*Tabla 15. Primera evaluación de la severidad de antracnosis (19/12/2018), grados de 1 a 5.*

N° de parcela y tratamiento	EVALUACIÓN DE ANTRACNOSIS					IIA
	Planta 1	Planta 2	Planta 3	Planta 4	Planta 5	
101 – 2	1	1	1	2	2	16
102 – 5	1	1	1	2	1	13
103 – 3	1	1	1	2	2	16
104 – 6	2	2	1	2	2	22
105 – 4	2	2	2	2	2	25
106 – 1	2	2	2	2	2	25
201 – 1	1	2	1	1	2	16
202 – 3	1	1	2	1	1	13
203 – 4	2	1	1	1	2	16
204 – 6	1	2	2	1	2	22
205 – 5	1	1	2	1	2	16
206 – 2	2	1	2	1	1	16
301 – 3	1	1	1	2	1	13
302 – 5	1	2	1	1	2	16
303 – 1	1	1	1	2	1	13
304 – 6	2	1	2	1	2	22
305 – 2	1	1	1	1	2	13
306 – 4	2	1	2	1	1	16

*Tabla 16. IIA estimado en base a la primera evaluación de severidad de antracnosis (19/12/2018), grados de 1 a 5.*

Tratamiento	Rep. I	Rep. II	Rep. III	Total	Promedio
Kombucha	25	16	13	54	18
Jengibre	16	16	13	45	15
Penca Azul	16	13	13	42	14
Benomyl	25	16	16	57	19
Carbendazim	13	16	16	45	15
Testigo	22	22	22	66	22
Total	117	99	93	309	17.2
Promedio	23.4	19.8	7.75		

Tabla 17. Segunda evaluación de la severidad de antracnosis (29/12/2018), grados de 1 a 5.

N° de parcela y tratamiento	EVALUACION DE ANTRACNOSIS					IIA
	Planta 1	Planta 2	Planta 3	Planta 4	Planta 5	
101 – 2	2	2	3	2	3	35
102 – 5	2	1	2	2	2	22
103 – 3	2	2	1	2	2	22
104 – 6	3	2	2	2	2	30
105 – 4	2	1	1	2	2	19
106 – 1	2	2	1	2	2	22
201 – 1	2	2	1	2	2	22
202 – 3	1	2	2	2	2	22
203 – 4	2	1	2	2	1	19
204 – 6	2	2	2	2	2	25
205 – 5	2	1	2	2	2	22
206 – 2	2	1	2	2	2	22
301 – 3	2	1	2	2	2	22
302 – 5	2	2	1	2	2	22
303 – 1	2	2	1	2	2	22
304 – 6	2	2	2	1	2	22
305 – 2	1	2	2	2	2	22
306 – 4	1	2	2	2	2	22

Tabla 18. IIA estimado en base a la segunda evaluación de severidad de antracnosis (29/12/2018), grados de 1 a 5.

Tratamiento	Rep. I	Rep. II	Rep. III	Total	Promedio
Kombucha	22	22	22	66	22.0
Jengibre	35	22	22	79	26.3
Penca Azul	22	22	22	66	22.0
Benomyl	19	19	22	60	20.0
Carbendazim	22	22	22	66	22.0
Testigo	30	25	22	77	25.7
Total	150	132	132	414	23.0
Promedio	30	26.4	11		

Tabla 19. Tercera evaluación de la severidad de antracnosis (08/01/2019), grados de 1 a 5.

N° de parcela y tratamiento	EVALUACIÓN DE ANTRACNOSIS					IIA
	Planta 1	Planta 2	Planta 3	Planta 4	Planta 5	
101 – 2	3	3	4	4	3	60
102 – 5	2	3	2	2	2	30
103 – 3	2	2	2	2	2	25
104 – 6	3	3	4	4	4	65
105 – 4	2	2	2	2	2	25
106 – 1	2	2	2	2	2	25
201 – 1	3	2	3	2	2	35
202 – 3	3	3	3	3	3	50
203 – 4	2	3	2	2	2	30
204 – 6	3	3	3	4	3	55
205 – 5	2	2	2	3	2	30
206 – 2	2	3	2	2	2	30
301 – 3	2	2	2	2	2	25
302 – 5	2	2	2	2	2	25
303 – 1	2	2	2	2	2	25
304 – 6	2	2	2	3	2	30
305 – 2	2	2	2	2	2	25
306 – 4	2	2	2	2	2	25

Tabla 20. IIA estimado en base a la tercera evaluación de severidad de antracnosis (08/01/2019), grados de 1 a 5.

Tratamiento	Rep. I	Rep. II	Rep. III	Total	Promedio
Kombucha	25	35	25	85	28.3
Jengibre	60	30	25	115	38.3
Penca Azul	25	50	25	100	33.3
Benomyl	25	30	25	80	26.7
Carbendazim	30	30	25	85	28.3
Testigo	65	55	30	150	50.0
Total	230	230	155	615	34.2
Promedio	46	46	12.9		

Tabla 21. Longitud de tallo de arveja.

<b>Tratamiento</b>	<b>Rep. I</b>	<b>Rep. II</b>	<b>Total</b>	<b>Promedio</b>
Kombucha	122.8	95.4	218.2	109.1
Jengibre	110.4	109.2	219.6	109.8
Penca Azul	106.4	103.6	210	105
Benomyl	111	107.8	218.8	109.4
Carbendazim	121	108	229	114.5
Testigo	111.8	107.8	219.6	109.8
Total	683.4	631.8	1315.2	
Promedio	136.68	126.36	109.6	

Tabla 22. Número de vainas por planta de arveja.

<b>Tratamiento</b>	<b>Rep. I</b>	<b>Rep. II</b>	<b>Total</b>	<b>Promedio</b>
Kombucha	18	7.2	25.2	12.6
Jengibre	7.8	15.4	23.2	11.6
Penca Azul	9	5.8	14.8	7.4
Benomyl	14.6	16.4	31	15.5
Carbendazim	9.2	3.8	13	6.5
Testigo	8.6	7.2	15.8	7.9
Total	67.2	55.8	123	
Promedio	13.44	11.16	10.25	

Tabla 23. Peso de grano fresco de arveja.

<b>Tratamiento</b>	<b>Rep. I</b>	<b>Rep. II</b>	<b>Total</b>	<b>Promedio</b>
Kombucha	13.4	7.6	21	10.5
Jengibre	10.4	17	27.4	13.7
Penca Azul	8.4	6.8	15.2	7.6
Benomyl	16	17.2	33.2	16.6
Carbendazim	18	7	25	12.5
Testigo	8.8	7.6	16.4	8.2
Total	75	63.2	138.2	
Promedio	15	12.64	11.5166667	

## ANEXO 2. PRINCIPIO ACTIVO DE LOS FUNGICIDAS QUE SE USAN PARA CONTROLAR FUNGOSIS EN ARVEJA

### A) CARBENDAZIM

**Características generales** **Nº CAS:** 10605-21-7. **Ingrediente activo:** carbendazim. **Nombre común (ISO-I):** carbendazim. **Grupo químico:** benzimidazol. **Nombres comerciales:** Afín, Bavistin, Biocarben, Carben, Carbendazim, Cozaid, Crizeb, Crotonox, Curacarb, Delsene, Derosal, Eminol, Fedecoop Carbendazina, Ficarbem, Karbenzim Plus, Luxazim, Pandazim, Pillarstin, Serinale, Zundazim. **Fórmula:** C<sub>9</sub>H<sub>9</sub>N<sub>3</sub>O<sub>2</sub>. **Acción biocida:** fungicida. **Modo de acción:** sistémico, protector y curativo. Absorbido por hojas, raíces y tejido verde y traslocado vía xilema. Afecta la síntesis de ergosterol. **Estabilidad:** se descompone lentamente en medios alcalinos. **Usos:** control de enfermedades fungosas en muchos cultivos. **Formulación:** suspensión concentrada, polvo mojable. **Mezclas:** (+ epoxiconazol); (+ iprodiona); (+ diniconazol + iprodiona); (+ flusilazol); (+ mancozeb); (+ maneb + zineb); (+ propiconazol).

**Toxicidad humana** **Toxicidad aguda. DL50/CL50 oral (ratas):** 6400 mg/kg; **inhalación (ratas):** >5,8 mg/L (cabeza/nariz 4h); >2000 mg/L; **dérmico (ratas):** 2000 mg/kg; **dérmico (conejos):** >10000 mg/kg. **Clasificación:** U. No peligro agudo (OMS); III. Ligeramente tóxico (EPA). **Acción tóxica y síntomas:** síndrome tóxico por benzimidazol. **Toxicidad tóxica: capacidad irritativa: ocular** positiva (moderada); **dérmica** positiva (leve); **capacidad alergénica:** positiva (leve). **Toxicidad crónica y a largo plazo: neurotoxicidad:** requiere más estudio; **teratogenicidad:** positiva; **mutagenicidad:** requiere más estudio; **carcinogenicidad:** nd (IARC); C. Posible carcinógeno humano (EPA); **disrupción endocrina:** categoría 1; **otros efectos reproductivos:** nd; **genotoxicidad:** negativa (micronúcleos), positiva (aductos de ADN); **Parkinson:** nd; **otros efectos crónicos:** provoca lesiones en órganos hematopoyéticos. **Frases de riesgo UE:** R46: Puede causar daño genético heredable. R60: Puede perjudicar la fertilidad. R61: Riesgo durante el embarazo de efectos adversos para el feto. **Límites de exposición: ADI:** 0,03 mg/kg; **TLV-TWA:** 0,1 mg/m<sup>3</sup>; **BLV:** nd. **Límites en agua de consumo:** nd (Centroamérica); 0,1 µg/L (Unión Europea); GV nd, HV 100 µg/L (Australia); % TDI nd, GV nd (OMS). **Observaciones: conocido por:** nd. **En Centroamérica es conocido por:** nd. **Residuos en alimentos:** residuos de este plaguicida han sido detectados en bebidas a base de frutas de 15 países. Costa Rica: detectado en hortalizas (2006 - 2008).

- Comportamiento ambiental** **Solubilidad en agua:** baja. **Persistencia en el suelo:** extrema a ligera. **Movilidad en el suelo:** mediana. **Persistencia en agua sedimento:** menos persistente. **Volatilidad:** no volátil. **Bioacumulación:** ligera.  
**Límites máximos de residuos en agua superficial:** 0,1 µg/L (Suecia); MTR 0,5 µg/L (Holanda).  
**Observaciones:** puede ser un metabolito del benomyl y del metiltiofanato. El 2-aminobenzimidazol y el 5-hidroxi-2-aminobenzimidazol son metabolitos del carbendazim. El carbendazim se encuentra entre los 10 fungicidas problema que superan la norma ecotoxicológica (MTR) y de agua potable en Holanda (2003-2008).
- Ecotoxicología** **Toxicidad aguda: peces:** extrema, CL50 (96h) trucha arco iris 0,19 mg/L, 0,83 mg/L; **crustáceos:** extrema, CE50 (48h) dáfnidos 0,13-0,22 mg/L; **anfibios:** alta a mediana; **aves:** ligera; **insectos (abejas):** mediana; **lombrices de tierra:** alta; **algas:** alta a ligera, CE50 (72h) *Selenastrum capricornutum* 1,3 mg/L, *Scenedesmus subspicatus* >7,7 mg/L, 4,19 mg/L; **plantas:** helecho acuático: nd.  
**Observaciones:** R50: Muy tóxico para organismos acuáticos. R53: Puede causar efectos adversos a largo plazo en el ambiente acuático. **Efectos ambientales en Centroamérica:** Costa Rica: detectado en los cuerpos de agua de las regiones hortícolas de Cartago (2006 - 2008).

## **B) MANCOZEB**

Alza Camacho (2015), manifiestan que el Mancozeb y Carbofurano, destacan como los plaguicidas comerciales más solicitados por los agricultores.

El Mancozeb es básicamente, la sal de etilenbisditiocarbamato usada ampliamente para proteger cultivos agrícolas, de enfermedades fúngicas (Paro et al. 2012), debido a su amplio espectro biológico; los bajos costos de producción y a su perfil toxicológico seguro (Mujawar et al. 2014). Sin embargo, se ha evidenciado que la etilentiourea (ETU), metabolito que se forma al disociarse en el agua en presencia de oxígeno y que tiene alta movilidad en suelos debido a su elevada solubilidad en agua, es la responsable de su toxicidad a largo plazo en humanos y en el medio ambiente. Se ha comprobado que tiene efectos perjudiciales en animales de laboratorio, los cuales han llegado a presentar cambios histopatológicos en el hígado, en las glándulas suprarrenales y en las glándulas mamarias (Paro et al. 2012); necrosis renal, aberraciones cromosomales, degeneración neural (Brody et al. 2013), daño en el ADN (Medjdoub et al. 2011), y es disruptor endocrino (Bhaskar y Mohanty, 2014).

La toxicidad del Mancozeb, se relaciona con la contaminación del suelo por labores agrícolas, elevándose el interrogante de cómo se afecta el metabolismo de las plantas y cómo es su impacto en la composición de los alimentos y en su calidad toxicológica (Pereira et al. 2014).

## **C) DIFENOCONAZOL**

De acuerdo al IRET (sfp), tiene las siguientes características:

### **Características generales**

Acción biosida: Fungicida

Modo de acción: Sistémico, curativo y preventivo. Se absorbe por las hojas, tiene translocación acópela y translaminar. Inhibe la síntesis de colesterol.

Estabilidad: estable hasta 300 °C.

Usos: foliar y para tratamientos de semillas, contra complejos de enfermedades en viñedos, maní, papa, trigo y hortalizas.

### **Toxicidad**

Toxicidad aguda. DL50/CL50 oral (ratas): 1453 mg/kg; Inhalación (ratas): 3,3 mg/L (4h); Dérmico (ratas): nd; Dérmico (conejos): >2010 mg/kg;

Clasificación: III. Ligeramente peligroso (OMS); III. Ligeramente tóxico (EPA); Acción tóxica y síntomas: síndrome tóxico por triazol.

Toxicidad tópica: Capacidad irritativa: Ocular positiva; Dérmica positiva;

Capacidad alergénica: negativa;

### ANEXO 3. PANEL FOTOGRÁFICO

	
<p><b>08/10/2018</b> Limpieza del terreno (20m x 19m).</p>	<p><b>10/10/2018</b> Formación de 3 bloques de 25 surcos cada uno</p>
 	
<p><b>10/10/2018</b> Siembra de arveja en los 3 bloques con distancias iguales de cada semilla.</p>	<p><b>26/10/2018</b> La plántula de la arveja llega a un tamaño de 5 cm de altura.</p>
	
<p><b>01/11/2018</b> Las plántulas de arveja llegan a una altura promedio de 10 cm de los tres bloques.</p>	<p>Rotulación y evaluación.</p>



Evaluación de la conducción del experimento.



**01/12/2018**  
Floración de las arvejas.



Equipo para la aplicación de los productos.  
Tratamientos para las aplicaciones posteriores a cada bloque.



**08/12/2019**  
Se dio inicio a la aplicación de los tratamientos.



**20/12/2018**  
Primera evaluación.



**29/12/2018**  
Segunda evaluación.



**08/01/2019**  
Tercera evaluación.



**19/01/2019**  
Cuarta y última evaluación.

Peso de grano (g.) por planta de arveja.



Número de vainas por planta de arveja.



Longitud del tallo de arveja.

