

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL  
DE HUAMANGA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**Hongos entomopatogenos en agroecosistemas de *Solanum  
tuberosum* (papa) con manejo tradicional en Vinchos y  
convencional en Chiara. Ayacucho 2017**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERA AGRÓNOMA**

**PRESENTADO POR:**

**Binet Arcoccaulla Collado**

**ASESORA:**

**Dra. Roberta Esquivel Quispe**

**Ayacucho – Perú**

**2020**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**

**TESIS**

**Hongos entomopatogenos en agroecosistemas de *Solanum tuberosum* (papa) con  
manejo tradicional en Vinchos y convencional en Chiara. Ayacucho 2017**

Expedito : 10 de julio de 2020  
Sustentado : 07 de agosto de 2020  
Calificación : Bueno  
Jurados :



---

**M.Sc. JULIO DANILO VILCA VIVAS**  
**Presidente**



---

**Ing. WALTER AUGUSTO MATEU MATEO**  
**Miembro**



---

**Ing. GUILLERMO CARRASCO AQUINO**  
**Miembro**



---

**Dr. ROBERTA ESQUIVEL QUISPE**  
**Asesora**

*A mis padres: Simeón (†) y Alejandra por el esfuerzo, pese a las limitaciones que tuvimos en el transcurso de la vida.*

*A mis hermanos: Liendro, Roel y Betz.*

*A mi abuela: Rosario por su cariño y comprensión en los momentos difíciles.*

*A todas aquellas personas que tuve la dicha de conocer durante mi vida universitaria.*

## **AGRADECIMIENTO**

Recibí mi formación profesional en el alma mater de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga.

Gracias a los docentes de la Facultad de Ciencias Agrícolas que me brindaron sabios conocimientos y enseñanzas en mi formación profesional.

A la Dra. Blga de manera especial. Roberta Esquivel Quispe, Profesora Asociada, División Académica de Agronomía y Tecnología Animal, Facultad de Ciencias Agropecuarias, asesora de este trabajo, supo brindarme su ayuda e invaluable guía en el desarrollo y culminación de este esfuerzo investigativo.

Restauración, conservación y aplicación de hongos protomopatógenos y protomocorrícticos de Vinchos y Chiara. Ayacucho - fue financiado por FOCAM en 2012, lo que me permitió participar como asistente de investigación y utilizar los materiales y equipos utilizados en este trabajo.

A todos mis amigos y familiares que me han apoyado e inspirado a lo largo de mi vida universitaria.

## ÍNDICE GENERAL

	<b>Pág.</b>
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice general.....	iv
Índice de tablas .....	vii
Índice de figuras.....	ix
Índice de anexos.....	xi
Resumen.....	1
Introducción .....	2

### **CAPÍTULO I**

<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>4</b>
1.1. Antecedentes .....	4
1.2. Hongos entomopatogenos .....	5
1.2.1. Ventajas y desventajas de los hongos entomopatógenos .....	6
1.2.2. Mecanismo de acción de hongos entomopatógenos .....	7
1.2.3. Clasificación taxonómica.....	16
1.2.4. Características de los principales géneros de entomopatógenos.....	16
1.2.5. Principales especies.....	17
1.2.6. Caracterización macroscópica de los principales hongos entomopatógenos.....	22
1.2.7. Técnicas de colecta y aislamiento de hongos entomopatógenos .....	23
1.2.8. Importancia de hongos entomopatógenos en la agricultura.....	26
1.3. Agroecosistema .....	27
1.3.1. Agroecosistema tradicional.....	27
1.3.2. Agroecosistema convencional.....	27
1.4. Cultivo de la papa .....	28
1.4.1. Origen y distribución .....	29
1.4.2. Clasificación taxonómica.....	29
1.4.3. Morfología .....	29
1.4.4. Condiciones agroecológicas.....	30
1.4.5. Plagas .....	30
1.4.6. Microorganismos del suelo .....	33
1.4.7. Importancia de su manejo .....	34

## **CAPÍTULO II**

<b>METODOLOGÍA</b> .....	<b>36</b>
2.1. Ubicación del experimento .....	36
2.1.1. Ubicación política y geográfica .....	36
2.2. Materiales, equipos e insumos .....	38
2.3. Tratamientos.....	39
2.4. Diseño experimental .....	40
2.5. Colección de muestras de suelo .....	40
2.6. Aislamiento de hongos entomopatógenos - técnica “insecto- trampa”.....	41
2.6.1. Preparación de materiales .....	42
2.6.2. Aislamiento a partir de larvas infectadas .....	42
2.6.3. Desinfección y lavado de larvas.....	43
2.6.4. Cámara húmeda. (Incubación) .....	43
2.6.5. Purificación y aislamiento en medio de cultivo .....	43
2.7. Identificación .....	45
2.7.1. Caracterización macroscópica de hongos entomopatógenos .....	45
2.7.2. Caracterización microscópica de hongos entomopatógenos.....	45
2.7.3. Montaje .....	46
2.8. Evaluaciones .....	46
2.8.1. Evaluación del porcentaje infección/población de hongos entomopatógenos ....	46
2.8.2. Determinación de la población de hongos entomopatógenos.....	46
2.8.3. Caracterización macroscópica de colonias de hongos entomopatógenos.....	46
2.8.4. Caracterización microscópica de hongos entomopatógenos.....	46
2.8.5. Velocidad de crecimiento en medio PDA de la cepa aislada.....	47
2.9. Análisis estadístico.....	47
2.9.1. Índice de diversidad de Shannon - Weaver .....	48

## **CAPÍTULO III**

<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>49</b>
3.1. Porcentaje de infección de la población de hongos entomopatógenos en agroecosistema tradicional de Vinchos.....	49
3.1.1. Porcentaje de infección de población de hongos entomopatógenos a los 7 días	49
3.1.2. Porcentaje de infección de población de hongos entomopatógenos a los quince días .....	51

3.2.	Porcentaje de infección de la población de hongos entomopatógenos en agroecosistema convencional de Chiara .....	53
3.2.1.	Porcentaje de infección de población de hongos entomopatógenos a los 7 días	53
3.2.2.	Porcentaje de infección de población de hongos entomopatógenos a los quince días .....	55
3.2.3.	Análisis de varianza infección de la población de hongos entomopatógenos en agroecosistemas de Vinchos y Chiara aislados con técnica insecto trampa .....	57
3.3.	Población de hongos entomopatógenos .....	58
3.3.1.	Identificación de poblaciones hongos entomopatógenos en agroecosistema tradicional de Vinchos y agroecosistema convencional de Chiara .....	58
3.3.2.	Especies de hongos entomopatógenos aislados en suelos de agroecosistema tradicional de Vinchos .....	58
3.3.3.	Especies de hongos entomopatógenos aislados en suelos de agroecosistema convencional de Chiara .....	61
3.3.4.	Frecuencia de colonización de especies encontradas de Agroecosistemas de Vinchos y Chiara.....	63
3.3.5.	Diagrama de agrupamiento de cepas aisladas en agroecosistemas de Vinchos y Chiara .....	64
3.4.	Crecimiento .....	67
3.4.1.	Crecimiento de cepas de hongos entomopatógenos aislados de suelos de agroecosistema tradicional de Vinchos.....	67
3.4.2.	Crecimiento de cepas de hongos entomopatógenos aislados en suelos de agroecosistema convencional de Chiara .....	68
	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>70</b>
	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>71</b>
	<b>REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>72</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>84</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1.1. Características morfológicas utilizadas para la identificación molecular de hongos entomopatógenos.....	22
Tabla 1.2. Descripción macroscópica de los hongos filamentosos.....	23
Tabla 2.1. Agroecosistemas con manejo tradicional y convencional de colección de muestras de suelo. Ayacucho 2017.....	40
Tabla 3.1. Prueba de Tukey; Porcentaje de infección de hongos entomopatógenos a los siete días en suelos de agroecosistema tradicional de Vinchos .....	50
Tabla 3.2. Prueba de Tukey; Infección de la población de hongos entomopatógenos a los quince días de instalado en agroecosistema tradicional de Vinchos .....	52
Tabla 3.3. Prueba de Tukey; Porcentaje de infección de la población de hongos entomopatógenos a los siete días en suelos de agroecosistema convencional de Chiara.....	54
Tabla 3.4. Prueba de Tukey; Infección de la población de hongos entomopatógenos a los quince días de instalado en suelos de agroecosistema Convencional de Chiara .....	56
Tabla 3.5. Análisis del porcentaje de infección de la población de hongos entomopatógenos en agroecosistemas de Vinchos y Chiara) .....	57
Tabla 3.6. Especies de hongos entomopatógenos aislados en suelos de agroecosistema tradicional de Vinchos .....	59
Tabla 3.7. Análisis de incidencia de poblaciones de hongos entomopatógenos en suelos de agroecosistema de Vinchos .....	60
Tabla 3.8. Especies de hongos entomopatógenos aislados en suelos de agroecosistema convencional de Chiara .....	61
Tabla 3.9. Análisis de la incidencia de poblaciones de hongos entomopatógenos en suelos de agroecosistema de Chiara .....	62
Tabla 3.10. Análisis de Frecuencia de poblaciones de hongos entomopatógenos en agroecosistemas de Vinchos y Chiara.....	64
Tabla 3.11. Especies de hongos entomopatógenos aislados de agroecosistema tradicional de Vinchos y convencional de Chiara – Ayacucho 2019 ....	66

Tabla 3.12.	Total de cepas aisladas en ambos agroecosistemas .....	66
Tabla 3.13.	Crecimiento de cepa de hongos entomopatógenos en agroeco sistema tradicional de Vinchos .....	67
Tabla 3.14.	Crecimiento de cepa de hongos entomopatógenos en suelos de agroecosistema convencional de Chiara .....	68

## ÍNDICE DE FIGURAS

		<b>Pág.</b>
Figura 1.1.	Ciclo de vida de un hongo entomopatógeno.....	7
Figura 1.2.	Relación del hongo entomopatógeno.....	15
Figura 1.3.	Morfología de <i>Beauveria bassiana</i> . <b>A.</b> Morfología macroscópica <b>B.</b> Morfología microscópica.....	18
Figura 1.4.	Morfología de <i>Metarhizium</i> . <b>A.</b> Morfología Macroscópica <b>B.</b> Morfología Microscópica .....	20
Figura 1.5.	Características macroscópicas y microscópicas de <i>Isaria fumosorosea</i> . <b>A.</b> Colonia de coloración blanca a rosa pálida. <b>B.</b> Micofotografía de conidióforos verticilados, fiálides y conidias elípticas .....	22
Figura 1.6.	Instalación de aislamiento insecto trampa .....	25
Figura 2.1.	Ubicación geográfica de Vinchos y Chiara .....	37
Figura 2.2.	Ubicación del Laboratorio de Agrobiología en la ciudad universitaria UNSCH.....	38
Figura 2.3.	Instalación de tratamientos con “Técnica insecto trampa” en suelos de agroecosistema tradicional de Vinchos y convencional de Chiara...	41
Figura 2.4.	Esterilización de materiales .....	42
Figura 2.5.	Infección de larvas de <i>Galleria mellonella</i> .....	43
Figura 2.6.	Aislamiento, siembra en medio de cultivo (A), crecimiento en medio APD (B).....	44
Figura 2.7.	Cámara de microcultivo.....	45
Figura 3.1.	Porcentaje de infección de la población de hongos entomo patógenos en agroecosistema tradicional de Vinchos a los 7 días.....	49
Figura 3.2.	Porcentaje de infección de la población de hongos entomo patógenos en agroecosistema tradicional de Vinchos a los 15 días.....	51
Figura 3.3.	Desarrollo fúngico de hongos entomopatógenos evaluado a los 15 días .....	52
Figura 3.4.	Porcentaje de infección de la población de hongos entomo patógenos en agroecosistema convencional de Chiara.....	53
Figura 3.5.	Porcentaje de infección de la población de hongos entomopatógenos en agroecosistema convencional de Chiara a los 15 días .....	55

Figura 3.6.	Desarrollo fúngico de hongos entomopatógenos evaluado a los 15 días.....	56
Figura 3.7.	Población de hongos entomopatógenos aislados en agroecosistema de Vinchos).....	59
Figura 3.8.	Población de hongos entomopatógenos aislados en agroecosistema de Chiara.....	61
Figura 3.9.	Frecuencia de ocurrencia de hongos entomopatógenos identificado en agroecosistemas de Vinchos y Chiara.....	63
Figura 3.10.	Diagrama de agrupamiento de los distintos agroecosistemas según el número de hongos entomopatógenos de cada especie observada.....	65

## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
Anexo 1. Flujograma del aislamiento e identificación de hongos entomopatógenos de suelos de agroecosistemas tradicional de Vinchos y convencional de Chiara.....	85
Anexo 2. Caracterización de cepas de hongos entomopatógenos en agroecosistema de papa con manejo tradicional de Vinchos .....	86
Anexo 3. Caracterización de cepas de hongos entomopatógenos en agroecosistema de papa con manejo convencional de Chiara .....	87
Anexo 4. Caracterización microscópica de hongos entomopatógenos aislados en agroecosistema de papa con manejo tradicional de Vinchos .....	88
Anexo 5. Caracterización microscópica de hongos entomopatógenos aislados en agroecosistema de papa con manejo convencional de Chiara.....	89
Anexo 6. Evaluación de mortalidad de larvas de <i>Galleria mellonella</i> en suelos de agroecosistema tradicional de Vinchos .....	90
Anexo 7. Evaluación de mortalidad de larvas de <i>Galleria mellonella</i> en suelos de agroecosistema tradicional de Vinchos .....	91
Anexo 8. Panel fotográfico .....	92

## RESUMEN

La actual investigación se desarrolló en Departamento Huamanga, distritos de Vinchos y Chiara, en el Laboratorio de Biología Agrícola AD-404, Escuela Especializada en Agronomía, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Pampa del Arco. El objetivo fue determinar la abundancia de hongos entomopatógenos en dos agroecosistemas de papa: Vinchos con manejo convencional y Chiara con manejo convencional. El trabajo de investigación se llevó a cabo en dos fases, la primera fue la recolección de muestras de suelo en campo, y se recolectaron un total de 28 muestras de suelo (14 muestras de Vinchos y 14 muestras de Chiara). La segunda etapa se realizó en laboratorio, se homogenizó el suelo recolectado, se colocaron 250 gramos de suelo en cada cono y la humedad fue la capacidad de campo, luego se colocaron 15 larvas para atrapar hongos entomopatógenos. Se realizaron evaluaciones los días 7 y 15, registrando el número de larvas con síntomas de enfermedad fúngica, y se determinó una tasa de infección larvaria de 37,14% en el suelo del agroecosistema convencional Chiara y de 24,76% en el agroecosistema convencional Vinchos. Para identificar las especies de hongos entomopatógenos, se sembraron en medio papa dextrosa agar (PDA) cepas causantes de infecciones en dos agroecosistemas, y se evaluaron sus características macroscópicas y el cultivo en microcultivo. Mediante estas técnicas se identificaron ocho especies. *Beauveria bassiana*, *brongniartii*, *Beauveria sp*, *Beauveria sp*, *Lecanicillium sp*, *Paecilomyces sp*, *Pochonia sp*, *Verticillium sp*). En conclusión, se ha identificado una mayor diversidad de poblaciones de hongos entomopatógenos en suelos de agroecosistemas tradicionales de Vinchos en comparación con agroecosistemas tradicionales ricos en poblaciones de *Beauveria bassiana*.

## INTRODUCCIÓN

Los microorganismos (hongos, bacterias, nematodos) y virus que pueden parasitar y reducir las poblaciones de plagas existen en la naturaleza y se conocen como insectos patógenos (Cuadra y Col., 2002). Los hongos se describen como los parásitos más comunes entre las plagas porque tienen propiedades muy específicas que les permiten ser parásitos y saprofitos al descomponer el material vegetal. (Luna y Lecuona, 2002) citado por (Rodríguez y col., 2004).

Hay cerca de 700 especies de hongos entomopatógenos, pertenecientes a cerca de 100 géneros, distribuidos en la clase Sordariomycetes. Muchas de estas han sido evaluadas para control de insectos, logrando una alta mortalidad debido a la eficiencia de sus mecanismos de infección. (Chan, 2009); descripción Los hongos entomopatógenos infectan a los insectos en tres etapas: adhesión, donde la quitina del insecto y las enzimas fúngicas interactúan para facilitar germinación de las conidias, y ósmosis, donde el tubo de germinación penetra la cutícula del insecto hasta la cavidad sanguínea, y secreta una serie de A toxinas que finalmente se propagan a través de las hifas y los blastocistos por todo el cuerpo del insecto, creando estructuras reproductivas una vez que se completa el proceso de infección (Hegedus, et al 1995, citado por Delgado, 2011).

Arguedas y Col. (2008) Se señala que los hongos entomopatógenos son considerados los agentes de control biológico más promisorios, los cuales pueden controlar saltahojas, lepidópteros y otros insectos que dañan la agricultura. Sus diversas acciones confieren alta capacidad para prevenir la resistencia del huésped (Villalobos, 1992), lo que les permite ser utilizados como controles biológicos en cultivos de importancia agrícola contra especies como *Premnotrypes vorax*, que se considera un importante plaga que causa enormes pérdidas y Las actividades productivas de los pequeños y medianos agricultores se han reducido. Esto ha llevado al uso indiscriminado de

plaguicidas e insecticidas artificiales nocivos para el ambiente, así como al desarrollo de resistencia entre plagas. (Devotto y Col., 2000) citado por (Zambrano, 2003).

A la fecha, no existen estudios sobre poblaciones de hongos entomopatógenos en agroecosistemas manejados tradicional y rutinariamente en Ayacucho, las cuales son diferenciados: en agroecosistema convencional el uso de agroquímicos en la producción de *S. tuberosum* (papa) son altos; la cual trae como consecuencia alta incidencia de plagas, contaminación ambiental, pérdida de diversidad de microorganismos, etc. En el agroecosistema con manejo tradicional el uso de agroquímicos es mínimo y algunos agroecosistema es cero lo que permite la presencia de diversidad de microorganismos beneficiosos. Por lo tanto, es importante desarrollar nuevas estrategias basadas en interacciones ecológicas para restaurar y proteger las poblaciones de hongos entomopatógenos. Teniendo en cuenta la base teórica anterior, los objetivos principales de este trabajo de investigación son los siguientes:

### **Objetivo general**

Determinar la población de los hongos entomopatógenos en agroecosistemas de papa con manejo tradicional y convencional.

### **Objetivos específicos**

1. Evaluar la población de hongos entomopatógenos en agroecosistemas de papa con manejo tradicional de Vinchos.
2. Evaluar la población de hongos entomopatógenos en agroecosistemas de papa con manejo convencional de Chiara.

## CAPÍTULO I

### MARCO TEÓRICO

#### 1.1. ANTECEDENTES

Hernández (2011) reportaron el aislamiento de hongos entomopatógenos del suelo y gallinas ciegas en un agroecosistema de maíz. Se recolectaron 44 especies de suelo en un sitio georreferenciado (GPS). La detección de hongos se realizó mediante la técnica de captura de insectos *Galleria mellonella*. Además, se recolectaron larvas de gallina ciegas en diferentes etapas larvales de diferentes lugares. Además de 3 especies de *Paranomala*, se identificaron 7 especies morfológicas y 3 especies de *Phylophaga*, que se alimentan de las raíces de las plantas de maíz. Entre ellos, había 15 *Beauveria anisopliae*, 30 *Beauveria bassiana* y 3 *Paecilomyces spp.* Estos aislados son muy valorados regionalmente referenciados a conservación de biodiversidad por enemigos naturales de plagas agrícolas y su potencial como agentes de control biológico.

García y Col (2011) En México, recogieron 39 muestras de suelo cultivado e insectos infectados de las regiones de Guadalupe, Victoria y Francisco del estado de Morelos. Aislaron 97 cepas del suelo, las cuales 58,7% correspondió *Beauveria bassiana*, 37,11% *Metarhizium anisopliae* y 4,12% *Isaria fumosorosea*, evaluaron la efectividad de ambos aislados del suelo.

Sun y Liu (2008) En China, recogieron 425 muestras de suelo de tierras cultivables, bosques y montañas en 10 provincias chinas. Se aislaron con éxito 377 cepas en 55% de muestras recolectadas, correspondientes a 6 hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana*, *Metarhizium lecanii* y *Typocladium inflatum*; 21 oportunistas y 19 colonizadores secundarios.

Meyling y Eilenberg (2006) En Dinamarca, se recogieron 614 muestras de suelo de tierras cultivadas en la región de Tasstrup y sus alrededores. Copenhague. La tasa de

éxito del aislamiento fue de 12,6% (tierra cultivable) en 2001, 14,6% y 51,3% (bosque de cobertura) en 2002, y 37,6% en 2003. Identifican 8 hongos entomopatógenos: *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria angustiaecae*, *Beauveria bassiana*, *Paecilomyces pulvis*, *Paecilomyces fumigatus*, *Sarcoidosis*, *Lycoccus cerevisiae* y *Coronospora*, entre las cuales *Beauveria bassiana* fue la especie más frecuente en las muestras recolectadas.

Asencio y Col. (2003) En España recogieron 61 muestras de suelo de campos de cultivo, bosques y matorrales en Alicante. La tasa de éxito del aislamiento fue 32,8% identifican 4 hongos entomopatógenos, con frecuencia 21% para *Beauveria bassiana*, 6,4% *Metarhizium anisopliae*, 4,8% *Lecanicillium lecanii* y 1,6% *Lecanicillium psalliotae*.

Vásquez y Martos (2003) En Perú, en Laboratorio de Crianza de Insectos Universidad Nacional Agraria, evaluaron efectividad de cepa *Beauveria bassiana* CCB-E 211 a concentraciones  $10^6$ ,  $10^7$ ,  $10^8$ ,  $10^9$  conidios/mL en estadio larval II; *Spodoptera frugiperda* estadio III y IV, a  $1 \times 10^9$  conidios/ml, la tasa de mortalidad más alta fue 76.6%, *Spodoptera frugiperda* larvae II la más susceptible, con una tasa de mortalidad de 53.3%.

Gómez (1999) Evaluaron aislamiento e identidad de hongos entomopatógenos de mosca blanca *Bemisia tabaci*. La mosca blanca es un homóptero que ataca a diferentes cultivos generando grandes pérdidas económicas. Por ello se recolecto la mosca blanca en cultivos de col, brócoli, etc. Para aislar e identificar hongos con ayuda de un estereoscopio para la identificación de para su control con hongos entomopatógeno se determinó cuatro especies pertenecientes a la clase Hyphomycetes, orden Moniliales: *Bauveria bassiana*, *Verticillium lecanii* estos hongos se han encontrado afectando *B. tabaci* en su estado de ninfa y adulto.

## **1.2. HONGOS ENTOMOPATOGENOS**

Los hongos entomopatógenos tienen el potencial para controlar plagas debido a su especificidad (Leger y Roberts, 1997; Goettel et al., 2005), inocuidad y virulencia (McCoy, 1990); un grupo de microorganismos que infectan insectos con 90 géneros Más de 700 tipos. Entre géneros importantes podemos mencionar *Metarhizium*, *Beauveria*, *Cordyceps*, *Lecanicillium*, *Insectivore*.

Erynia y Pandora. La mayoría de estos hongos están presentes en los grupos Ascomycota y Zygomycota. (Goettel *et al.*, 2005; Roy *et al.*, 2006).

Los hongos entomopatógenos tienen propiedad de infectar distintos artrópodos y están presentes en muy diferentes hábitats, tanto acuáticos como terrestres, en cultivos anuales, semiperennes y perennes en estos hábitats. Además, su propiedad de ser penetrado por el huésped a través de las perlas (Tanada y Kaya 1993).

Los hongos infectan cualquier orden de insectos (Tanada y Kaya, 1993; Humber, 1997). En algunos casos, ninfas son más susceptibles a infección que adultos, y en otros ocurre lo contrario. El estado del huevo y pupa de algunos insectos debido a la composición y estructura de su cubierta son tolerantes a la infección de hongos entomopatógenos (Tanada y Kaya, 1993).

El aislamiento e identificación de hongos entomopatógenos, especialmente *Bauveria bassiana*, ha promovido la investigación y producción en diferentes países debido a su gran potencial y efectividad en el control de diversas plagas. Su potencial para la producción en masa, su capacidad para aislarlos de las áreas afectadas y su adaptabilidad al manejo en laboratorio hacen de estos organismos una de las perspectivas más prometedoras para futuro control biológico de plagas agrícolas y forestales. Díaz (2016)

### **1.2.1. Ventajas y desventajas de los hongos entomopatógenos**

Cañedo y Ames (2004) citado por García 2008 y Ezquivel 2010 señalan que el uso de hongos entomopatógenos tienen ventajas y desventajas.

#### **Ventajas**

- **Especificidad:** cada aislamiento solo puede infectar a una especie o grupo de especies estrechamente relacionadas y no afectará a otras especies que no sean plagas.
- **Persistencia:** si el hongo encuentra condiciones acordes para infectar a un huésped, este multiplica y persiste en el ecosistema.
- **Compatibilidad:** Se pueden utilizar mezclas de hongos entomopatógenos, o se pueden combinar con dosis subletales de pesticidas para lograr efectos mayores que los que se pueden lograr con cada producto.

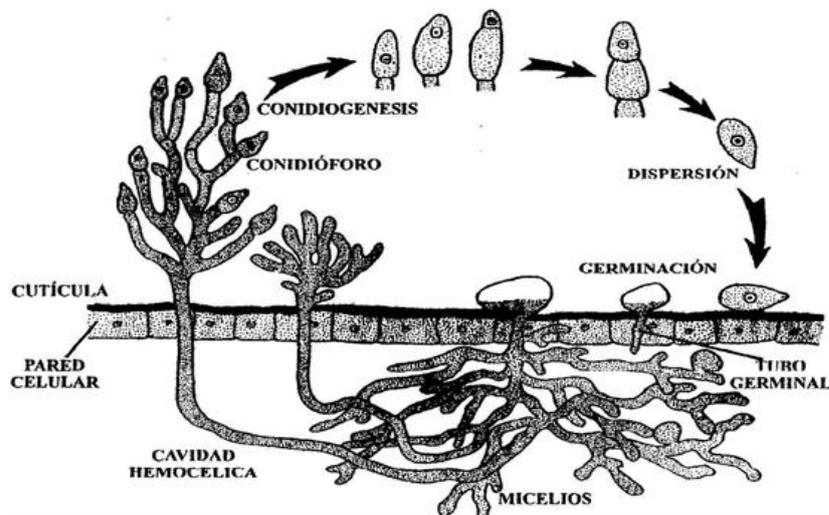
- **Seguridad ambiental:** no contamina el ambiente, no afecta a los humanos y otros animales superiores.

### Desventajas

- **Factores ambientales:** Son sensibles a temperaturas extremas, el secado y rayos ultravioleta. Estas limitaciones se están compensando con el uso de aditivos.
- **Almacenamiento:** Requieren condiciones de almacenamiento más severas que moléculas inorgánicas. En los últimos años, se ha citado un período de almacenamiento de 7 años para preservar su viabilidad e infectividad.
- **Acción más lenta:** En términos generales, no matan de inmediato y logran un buen nivel de control entre 1 y 3 semanas posteriores al ser aplicado, según plaga y entorno. Sin embargo, los insectos dejaron de alimentarse mucho antes de morir, mitigando el daño.

### 1.2.2. Mecanismo de acción de hongos entomopatógenos

Como muchos hongos de plantas y vertebrados, estos infectan a sus huéspedes por la cutícula externa y, a diferencia de otros, no necesitan ser ingeridos por insectos para controlarlos. El contacto entre inóculo del entomopatógeno e insecto es esencial para inicio de infección; la ocurrencia aleatoria de contacto, el clima favorable, un número suficiente de inóculo de entomopatógeno en ambiente y presencia de suficientes insectos huéspedes son beneficiosos para el insecto. Factores en la acción de los hongos patógenos. (Monzón, 2001).



**Figura 1.1.** Ciclo de vida de un hongo entomopatógeno

Fuente: Cave, 1995

La patogenia de las enfermedades fúngicas se puede dividir en las siguientes 10 etapas:

**a) Adhesión de la espora a la cutícula del insecto**

Es una etapa importante en la patogénesis y es particularmente relevante para los patógenos del huésped (Lecuona, 1996). Las propiedades físico-químicas en epidermis del insecto y superficie de esporas son responsables en aquella unión.

La unión ocurre en 3 pasos consecutivos; el precursor del hongo se une a la cutícula del huésped mediante la adsorción de esporas a la superficie por parte de receptores específicos que reconocen las propiedades de las glicoproteínas en los insectos. Esta unión involucra un mecanismo de adhesión no específico controlado por propiedades hidrofóbicas en pared celular conidial. (Boucias *et al.*, 1986).

En ciertos grupos filamentosos como *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* y *Paecilomyces*, la naturaleza hidrofóbica de conidias es debido a presencia de proteínas ricas en cisteína llamadas hidrofobinas en la pared celular. Por el contrario, *Verticillium lecanii* tiene conidios hidrofílicos (Inglis *et al.*, 2001). Luego tenemos adhesión o consolidación de interfase entre espора pregerminada y epidermis, finalmente germinación hasta formar apresorio inicia etapa de penetración. (Tanada y Kaya, 1993; Pedrini *et al.*, 2007).

La adhesión de esporas a cutícula del insecto está mediada por presencia de moléculas sintetizadas por hongos llamadas adhesinas. En el insecto patógeno *Metarhizium anisopliae* se ha descrito adhesina denominada MAP1, que se localiza en superficie de conidias. Asimismo, Leger (1997) señaló que interrupción del gen que codifica MAP1 afecta germinación y esporas, también reduce en gran medida virulencia fúngica. Por otro lado, se ha demostrado que iones divalentes como  $\text{Ca}^{2+}$  y el  $\text{Mg}^{2+}$  reducen repulsión electrostática al promover adhesión de esporas. (Pucheta *et al.*, 2006, Téllez *et al.*, 2009,).

**b) Germinación de la espора**

Esto ocurre cuando los conidios encuentran condiciones favorables de humedad, temperatura y requerimientos de nutrientes en la cutícula, lo que permite la creación de estructuras penetrantes como tubos germinativos y apéndices. La primera puede ser

larga o corta, y en algunos casos no se forma (Cañedo y Ames, 2004), como taxones como *Beauveria bassiana*, o al germinar por tiempos naturales de apertura. En el caso de *Beauveria bassiana*, para la germinación de conidios, el hongo requiere una fuente de carbono exógena, como la quitina y bajos niveles de ciertos ácidos grasos (Ferrón, 1981). Por otro lado, los lípidos epidérmicos de insectos pueden ser importantes para unir hongos a la epidermis del huésped. Según Lecuona et al. (1996) que sugirieron dos posibles roles para su relación con los hongos entomopatógenos, el primero es hacer que las fuentes de energía para la germinación de conidios no estén disponibles y el segundo posiblemente tenga una actividad antifúngica específica para inhibir el crecimiento del micelio.

La germinación de esporas comienza con hinchazón y alta humedad (70% durante 14 horas) favorece la germinación de las esporas; esta es desencadenada por mensajeros, generalmente carbohidratos, en proteínas epidérmicas de insectos (Hegedus y Khachatourians, 1995; Khachatourians, 1996). La hidratación de esporas se beneficia del efecto anti-secado de capa mucosa, que también previene presencia de polifenoles tóxicos y enzimas secretadas por sistema inmunológico de insectos. Este depende en gran medida de humedad y temperatura ambiente, en menor medida de condiciones luminicas y nutrientes. (Tanada y Kaya, 1993). El alto contenido de aminopeptidasa e hidrofobina en *Metarhizium anisopliae* es beneficioso para la acción de las enzimas extracelulares sobre la epidermis de los insectos. Sin embargo, se encontraron esterases y proteasas en conidios no germinados, lo que sugiere que la superficie epidérmica se modificó antes de la germinación, ya que las esporas absorben no solo agua sino también nutrientes durante la hidratación (Kershaw y Talbot, 1998).

Después de la expansión de las esporas, los tubos germinativos se forman a través de un típico proceso de polarización de crecimiento apical fúngico que estimula síntesis de pared celular. Los iones  $H^+$  y  $Ca^{2+}$  entran en punta de hifa por mecanismos de transporte pasivo y son expulsados por dependientes de energía. Este flujo transcelular permanece constante, apoya desarrollo de conductos embrionarios y formación de apéndices, estructura especializada que se forma en conductos embrionarios. (Riquelme *et al.*, 1998 Citado por Pucheta Díaz *et al.*, 2006.

El tubo germinativo rastrea y reconoce las ubicaciones de los receptores en la superficie del insecto, lo que permite que las hifas penetren en la cutícula (Wessels, 1999). Los accesorios se utilizan para sujetar las esporas y aplicar presión en el interior del insecto.

La velocidad de la germinación depende del aislamiento, las condiciones ambientales y el registro térmico de las conidias. Alves et al. (1998) informaron que los aislamientos más virulentos de *B. bassiana*, *I. fumosorosea* y *L. lecanii* tenían tasas más altas de germinación de conidios, pero no debería ser una regla general para hongos porque, para *N. rileyi*, la virulencia El aislamiento más fuerte es la de germinación más lenta. Por lo tanto, resultados de germinación e penetración no dependen del porcentaje total del primero, sino de su duración, el modo, invasividad del hongo, tipo de esporas y susceptibilidad del huésped. (Samson *et al.*, 1988).

### **c) Penetración del integumento**

La penetración de conidios germinados en cutícula del insecto es resultado de combinación de degradación enzimática en cutícula y estrés mecánico en tubo embrionario. (Gillespie, 1989). El modo depende principalmente de naturaleza, espesor, endurecimiento de capa córnea, presencia de antifúngicos y nutrientes. (Charnley, 1984).

En ósmosis intervienen mecanismos físicos y químicos, que consisten en primer lugar en la presión ejercida por estructura osmótica "hifas", que rompe zonas endurecidas y membranosas del estrato córneo. Los mecanismos químicos incluyen acciones enzimáticas, principalmente proteasas, lipasas y quitinasas, que inducen degradación tisular en zona penetrables, facilitándola (Monzón, 2001). Las enzimas que se encuentran en el tubo germinativo son proteasas, aminopeptidasas, lipasas, esterases y N-acetilglucosaminidasa. Los estudios *in vitro* han demostrado que digestión de recubrimientos de perlas sigue secuencia de lipasa-proteasa-quitinasa (Tanada & Kaya 1993). Se ha observado que la secreción de ácidos orgánicos como el ácido oxálico facilita la acción enzimática. (Khachatourians y col, 1991).

Las hifas se llenan de proteínas, quitina, lípidos, melanina, difenoles y carbohidratos a medida que el hongo penetra desde la epidermis del insecto hacia la cavidad sanguínea; algunas son nutrientes, pero otras inhiben su crecimiento ya que el insecto activa su

sistema inmunológico. A través de procesos como melanización, fagocitosis, nodulación y encapsulación. (Leger y Roberts, 1997). Sin embargo, los hongos desarrollan actividades que evitan estas defensas, como cambios en la pared celular y producción de micotoxinas. (Khachatourians, 1991 Citado por Pucheta Díaz *et al.*, 2006).

La producción de proteasas, lipasas y quitinasas en la cutícula de insectos con *M. anisopliae* se ha demostrado mediante la tinción de enzimas específicas recuperadas de *Drosophila* previamente inoculadas con conidios fúngicos. En varios aislamientos de *B. bassiana* y *M. anisopliae*, la enzima predominante es una endoproteasa, que disuelve las proteínas de matriz que recubren quitina epidérmica. Así, producción de quitinasa ocurre después de infección, y una vez que el hongo atraviesa cutícula, debe vencer al sistema inmunológico del huésped antes de ingresar a hemolinfa y desarrollarse dentro del insecto.

Se cree que la proteasa Pr1 es un aspecto importante de la virulencia de *Metharizium anisopliae*, y la sobreexpresión de esta enzima reduce el tiempo hasta la muerte en *Manduca sexta* en un 25% en comparación con los infectados con el genotipo salvaje. (Leger *et al.*, 1997). Asimismo, sobreexpresión del gen que codifica quitinasa de *Beauveria bassiana* aceleró muerte de insectos en 23 por ciento. (Fan *et al.*, 2007). De esta forma, se demuestra importancia de secreción para virulencia de hongos entomopatógenos como herramienta selección de cepas óptimas para formulación de bioplaguicidas. (Téllez-Jurado *et al.*, 2009).

La zona de penetración es la membrana intersegmentaria del abdomen y suele ser la entrada más frecuente de hongos, ano, sifón respiratorio, estomas, tarso y cavidad bucal (Pucheta Díaz *et al.*, 2006; Alves, 1998). Este último se considera otro mecanismo osmótico porque la humedad no es un problema en el tracto digestivo y, si bien los jugos digestivos pueden destruirlos o degradar las hifas en ciernes, las esporas pueden germinar rápidamente. En algunos casos, la digestión de estructuras fúngicas da como resultado infecciones fúngicas que son tóxicas en lugar de mortales. (Charnley, 1992 Citado por Téllez-Jurado *et al.*, 2009).

#### **d) Multiplicación del hongo en el hemocele**

Este proceso lo llevan a cabo los micelios llamados esporas germinales, que son estructuras unicelulares o pluricelulares que han perdido sus paredes celulares pero presentan una fina capa fibrosa sobre la membrana plasmática. Los insectos, pueden responder a infección por mecanismos humorales, mecanismos celulares o ambos. Sin embargo, el micelio de algunas especies, como de *Nomura*, aparentemente no puede ser fagocitado por células sanguíneas de insectos, posiblemente debido a falta de residuos específicos en su superficie que hacen irreconocibles por las lectinas humorales. (Boucias et al, 1998).

El crecimiento vegetativo en la cavidad sanguínea del insecto permite que los hongos entomopatógenos aumenten la superficie fúngica en contacto con los nutrientes del medio y se propaguen a través del sistema circulatorio del insecto. La duración del período de incubación varía según la especie; sin embargo, el desarrollo de la enfermedad durante la fase vegetativa generalmente depende de la temperatura.

Al llegar a la cavidad sanguínea, la mayoría de los hongos experimentan una transición dimórfica de micelio a levadura, creciendo por gemación, y una vez que escapan del sistema inmunológico del insecto, se produce la sepsis. (Bustillo, 2001).

Una vez dentro de un insecto, los hongos deben enfrentarse a los mecanismos de respuesta del sistema inmunitario, para lo que han desarrollado estrategias de defensa e inmunosupresión, como la producción de toxinas o cambios estructurales en sus paredes celulares. (Téllez-Jurado *et al.*, 2009).

Los hongos pueden eludir las defensas inmunitarias de los insectos formando protoplastos no reconocidos por la masa de células sanguíneas del insecto (Tanada y Kaya 1993); formando micelios que se multiplican y dispersan rápidamente (Samson et al., 1988), que se ramifica en la prótesis compuesta por fibrillas de quitina lamelares en una matriz proteica que actúa como una cubierta física protectora que evita que las secreciones extracelulares patógenas lleguen a la epidermis y sus respectivas membranas basales se diseminen a través de la cavidad sanguínea (Deshpande, 1999). 1999) y eventualmente las micotoxinas (Tanada & Kaya 1993). Por lo tanto, invaden diversas estructuras, como el tejido muscular, el cuerpo graso, los conductos de

Malpighi, las mitocondrias, las células sanguíneas, el retículo endoplásmico y la membrana nuclear. (Pucheta *et al.*, 2006).

#### **e) Producción de toxinas**

Es característico de la gran mayoría de las especies de hongos entomopatógenos. En muchos casos, estas sustancias provocan la muerte de los insectos debido a sus propiedades biocidas, también actúan como inhibidores de las respuestas de defensa del huésped debido a alteraciones en las células sanguíneas y agregación retardada de los linfocitos sanguíneos (Vey & Götz, 1986). Las toxinas producidas por hongos entomopatógenos pueden ser macromoléculas proteicas o moléculas medianas y pequeñas de bajo peso molecular. (Vey *et al.*, 2001).

Roberts y colaboradores identificaron en 1981 que algunos hongos pueden matar a sus huéspedes por acción tóxica, más que por la misma invasión (acción mecánica). Los hongos sintetizan toxinas en la cavidad sanguínea de los insectos y cuando se multiplican en medios líquidos. Según (País *et al.*, 1981), hasta el momento se conocen tres métodos para el ensayo de micotoxinas de insectos, a saber, la ingestión, el contacto a través del estrato córneo y la inyección directa en la cavidad sanguínea. Se han identificado varios metabolitos a partir de los filtrados de cultivo de los hongos *B. bassiana*, *M. anisopliae*, *N. rileyi*, *Aspergillus sp*, *L. lecanii*, *Paecilomyces*, *Coryceps* y *Entomophthora*. El efecto de la toxina sobre la hemolinfa del insecto es reducir el movimiento del componente de la hemolinfa, impidiendo así la rápida formación de granulocitos, permitiendo que el hongo se multiplique en ella; también provoca la muerte del insecto por degradación tisular, que es un producto de la pérdida de la integridad estructural de la membrana celular, seguido de la deshidratación de las células debido a la pérdida de líquidos (Ferrón, 1981).

En este caso, la capacidad de los hongos entomopatógenos para superar los mecanismos de defensa del huésped se debe principalmente a la producción de toxinas, uno de los principales y más difíciles componentes de la patogenicidad; entre estos metabolitos, se encuentran Toxinas como Destruxina, Citocalasina, Beauvericina y Metaricina. más destacados, algunos de los cuales son específicos de ciertos géneros HEP (Leger, 1997). Algunos biotipos producen suficiente toxina para matar insectos antes de que los órganos sean invadidos. (Hajek & St. Leger, 1994; Cañedo & Ames, 2004).

La beauvericina se sintetiza de manera similar a la eniatina, y su biosíntesis involucra una enzima multifuncional llamada eniatina sintasa, cuya expresión es constitutiva. Otro metabolito aislado de *B. bassiana* y *L. lecanii* (*V. lecanii*), llamado basianolida, es un potente insecticida contra las larvas del gusano de seda por ingestión e inyección. (Pucheta-Díaz *et al.*, 2006).

#### **f) Muerte del insecto**

Las enfermedades fúngicas causan síntomas fisiológicos anormales en los insectos, como convulsiones, falta de coordinación, cambios de comportamiento y parálisis, lo que provoca la muerte por una variedad de efectos, incluido el daño físico a los tejidos, el envenenamiento y la deshidratación de las células debido al agotamiento de líquidos y nutrientes. (Bustillo, 2001) en particular se agota la fuente de nitrógeno, por lo que la etapa de levadura reanuda su crecimiento micelial, como se observa en *Entomophthora thripidum*.

La muerte del huésped marca el final de la fase parasitaria, que continúa el crecimiento saprofito en todos los tejidos y compite con la flora intestinal en algunos insectos. (Lecuona, 1996).

#### **g) Colonización**

Después de la muerte, el micelio invade todos los órganos y tejidos, comenzando en el tejido adiposo en algunos casos (Lecuona, 1996). Los microorganismos saprofitos que viven dentro o sobre los insectos no descomponen el tejido y el cadáver ya colonizado se convierte en una "momia" que resiste la descomposición bacteriana, ya que el patógeno secreta sustancias antibióticas como la oosporina producida por *Beauveria bassiana* y *B. brongniartii* (Inglis *et al.*, 2001) dando como resultado una canal rosa (Alves, 1998).

#### **h) Emergencia**

Se ha encontrado que los hongos forman masas de hifas en el interior del huésped, manteniendo intacta su epidermis (Lecuona, 1996), y si las condiciones de humedad relativa son altas, el hongo emerge *in vitro* a través de la cutícula y las esporas del cadáver, produciendo un inóculo que infecta a otros insectos. En general, el plumaje ocurre en áreas menos endurecidas de la superficie del cuerpo, como las membranas

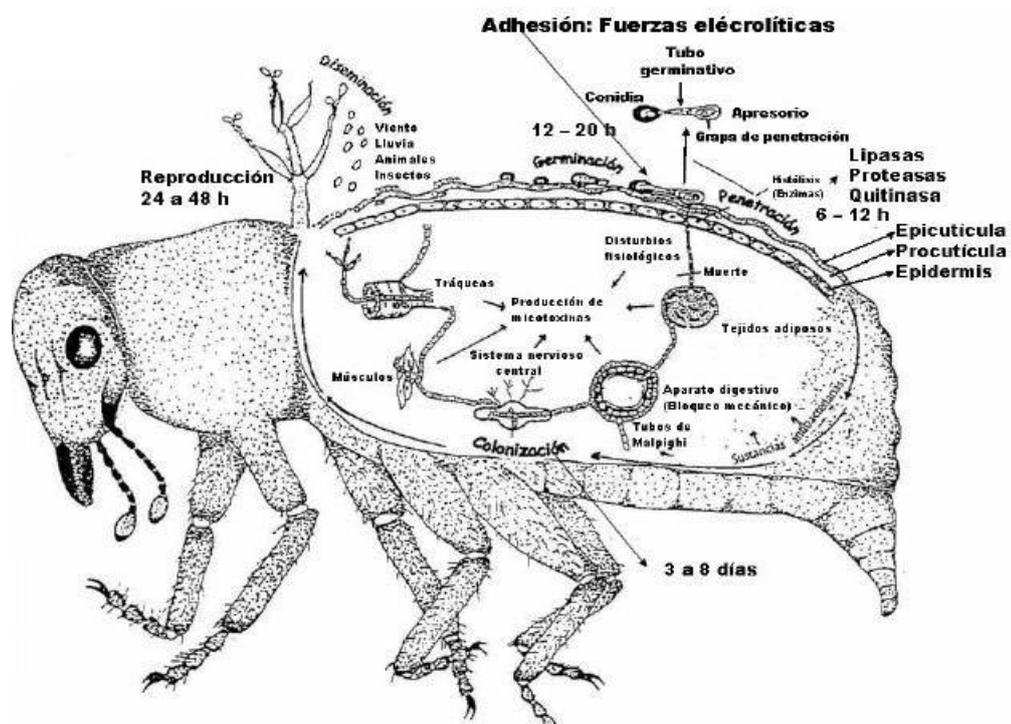
intersegmentarias o los estomas, pero esto también depende del huésped y su etapa de desarrollo. Si las condiciones son desfavorables, permanece dentro del cadáver del insecto, donde puede vivir durante varios meses, y finalmente produce esporas cuando llegan las condiciones favorables. (Tanada & Kaya, 1993; Alean, 2003).

### i) Esporulación

Una vez que las hifas han atravesado los tegumentos, pueden permanecer en esta etapa vegetativa o entrar en la etapa reproductiva dentro de las 24 a 48 horas, dependiendo de la humedad relativa, para formar conidios o esporas asexuales (Lecuona, 1996). La esporulación generalmente ocurre en cadáveres, pero también puede ocurrir en insectos vivos. (Tanada & Kaya, 1993).

### j) Diseminación

La dispersión de esporas puede ser un proceso activo o pasivo, dependiendo de las propiedades de las esporas y esporangios y de la acción del viento, el agua, las personas u otros organismos. Cada conidio puede pasar de un invertebrado a otro por adhesión dispersiva o por transmisión. (Tanada & Kaya, 1993).



**Figura 1.2.** Relación del hongo entomopatógeno

Fuente: SENASA (s. f.) Curso a Distancia Control Biológico de Plagas Agrícolas. Módulo I

### **1.2.3. Clasificación taxonómica**

Según la clasificación de Ainsworth (1973), los hongos se dividen en dos grandes grupos: 1) Myxomycetes, mohos mucilaginosos sin pared celular; 2) Micosis, verdaderos hongos con pared celular. En Myxomycota phyla se agrupan Acrasiomycota, Hidromyxomycota, Myxomycota, Plasmodiophoro mycota. Mientras que en el phylum fúngico, existen Flagelados que forman zoosporas, oosporas y están en perfecto estado, Zygomycetes que están en perfecto estado y forman zigospores sin zoosporas, y Ascos que están en perfecto estado y forman ascosporas Phylum, y Basidiomycota que forman el perfecto estado de basidiosporas. También hay 2 grupos generales, pero no se consideran grupos taxonómicos formales donde tenemos líquenes y semihongos llamados hongos imperfectos porque no tienen zoosporas ni forman conidios y, por lo tanto, no incluyen hongos que se sabe que están en etapa sexual o han perdido su capacidad de reproducirse sexualmente.

Desde la perspectiva del control de plagas agrícolas, las clases más importantes son Zygomycota y Rhizoctonia (Tanada y Kaya, 1993). Los hongos entomopatógenos existen en los filos Mycota y Chytridiomycota, Oomycota, Zygomycota, Ascomycota, Basidiomycota y Deuteromycota. (Samson *et al.*, 1988).

### **1.2.4. Características de los principales géneros de entomopatógenos**

También se denominan hongos heterótrofos porque aparentemente se desconoce su estado sexual (meiosis, apomixis o teleomorfismo) y se reproducen por conidios (esporas asexuales). La mayoría se asemejan a la etapa conidial de Ascomycetes (Lecuona, 1996). Los hemicocos entomopatógenos se dividen en dos clases, los hongos filamentosos y los esfingomicetos. Todas las especies tienen micelio compartimentado y ramificado. (Samson *et al.*, 1988).

Algunas especies están muy extendidas y ofrecen el mayor potencial para su uso como bioplaguicidas en el control microbiano (Lecuona, 1996), ya que son capaces de infectar todas las etapas de la vida de los insectos, se encuentran en hábitats acuáticos, terrestres y subterráneos, y por esta razón, la piel es el único patógeno capaz de infectar insectos por mordedura, succión y aparato bucal chupador, así como en Mesoptera y Hemiptera. (Roberts & Humber, 1981).

### 1.2.5. Principales especies

Hasta la fecha se han descrito más de 750 especies de hongos entomopatógenos y se continúa con el aislamiento de nuevas cepas (Téllez et al., 2009), pero solo 10 se utilizan para el control biológico de insectos (Hajek et al., 1994).

El mayor número de hongos entomopatógenos se encuentran en Deuteromycota, especialmente Hyphomycetes (Lecuona, 1996). De hecho, las más utilizadas a nivel mundial son *Metarhizium anisopliae* (33,9%), *Beauveria bassiana* (33,9%), *Isaria fumosorosea* (en *Paecilomyces fumosoroseus*) (5,8%) y *Beauveria brongniartii* (4,1%) (Faria y Wraight, 2007), sin embargo, cuando se conocieron sus especies de Cordyceps, pasaron de la división Deuteromycota a Ascomycota.

#### a) *Beauveria bassiana* (Bálsamo) Vuillemin

- **Ubicación taxonómica**

Según Kirk et al. (2008) en las siguientes posiciones de clasificación:

Reino	: Fúngico
Puerta	: Ascomycota
Categoría	: Hongos
Subclase	: Sordariomycetidae
Orden	: Prótesis
Familia	: Cordyceps
Especie	: <i>Beauveria</i>
Especie	: <i>Beauveria bassiana</i>

- **Características**

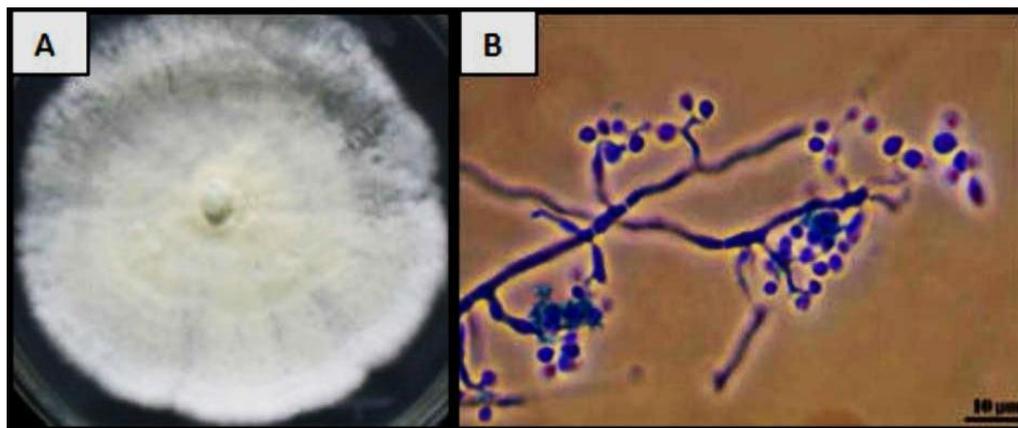
*Beauveria bassiana* es un género cosmopolita de patógenos artrópodos (Rehner et al., 2011). Se compone de varias especies: *B. bassiana*, *B. brongniartii* o *B. tenella*, *B. amorpha* y *B. velata*, pero las más estudiadas son *B. bassiana* y *B. brongniartii* (Alean Carreño, 2003).

El género se caracteriza por tener micelio blanco, conidióforo único, grupos o verticilos irregulares, a veces hinchados en la base, adelgazados hacia la parte de soporte de los conidios, y serrados después de varios conidios. Conidios transparentes, redondos a

ovalados, de 3-6  $\mu\text{m}$  de largo y 2,5-3,5  $\mu\text{m}$  de ancho, unicelulares, producidos por pequeños cuerpos cilíndricos (Domsch et al, 1980).

*B. bassiana* fue uno de los primeros hongos entomopatógenos descritos y se conoce como el agente causal de la "seta venenosa blanca" desde 1835. Los biólogos franceses usan el término para describir una serie de enfermedades fúngicas que momifican a algunos insectos. Tiene una apariencia similar al algodón. Se ha descubierto que este hongo ataca a más de 200 órdenes diferentes de insectos, incluidas plagas importantes para la agricultura. Las infecciones por coleópteros y lepidópteros son más comunes, por lo que tenemos a este hongo una de las plagas más importantes en el control de la broca del café, la polilla de la col y el picudo del plátano (Monzón, 2001), también se ha encontrado que infecta a la mosca blanca, picudo del algodón, pimiento picudo, escarabajo de la papa, *Cydia pomonella* en manzanas, barrenador europeo del maíz, picudo de la caña de azúcar, picudo de la caña de azúcar, barrenador gigante de la caña de azúcar, diferentes especies de chinches y saltamontes (CATIE, 2004) Gusano de la hoja del maracuyá *Spodoptera frugiperda* (Bustillo, 2001) *Agrotis* spp, *Feltia Experta* (Silva, 2001) Pulgones y arañas rojas.

Asimismo, estudios recientes (Apaza, 2015) han demostrado que cepas naturales de *Beauveria bassiana* tienen un efecto sobre la quinua (*Nyctotragus sp.*).



**Figura 1.3.** Morfología de *Beauveria bassiana*. **A.** Morfología macroscópica **B.** Morfología Microscópica

Fuente: Rodríguez, R. (2012) Revista científica de la Universidad Autónoma de Coahuila.

## **b) *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin**

### **• Ubicación taxonómica**

Según Kirk et al. (2008) en las siguientes posiciones de clasificación:

Reino	: Fúngico
Puerta	: Ascomicota
Categoría	: Hongos
Subclase	: Sordariomycetidae
Orden	: Prótesis
Familia	: Cordyceps
Género	: <i>Metarhizium</i>
Especie	: <i>Metarhizium anisopliae</i>

### **• Características**

*Metarhizium anisopliae* es un deuteromiceto de la familia Cordyceps con una amplia distribución geográfica y rango de huéspedes. Se han reportado siete especies de *Metarhizium*, como *M. anisopliae* (Metschn) Sorokin, *M. flavoviride*, (Liang et al., 1995).

De las especies conocidas, *M. anisopliae*, *M. flavoviride* y *M. album* tienen el rango de huéspedes y la distribución geográfica más extensos (Fegan et al., 1993).

El género se caracteriza por conidióforos con capas de esporas, y los conidios pueden ser solos, en pares o en racimos; los conidios se producen en cadenas basales columnares compactadas, son ovaladas o cilíndricas, unicelulares. Los conidios pueden ser claros o de color verde oliva pálido, de 7 a 9 µm de largo y de 4,5 a 5 µm de ancho. (Domsch y Gams, 1980).

Las colonias crecen lentamente alcanzando hasta 2 cm en 10 días a 20°C sobre medio de cultivo sintético, tiene un óptimo crecimiento a una temperatura de 25°C y puede crecer in vitro en un rango de pH de 3.3-8.5; se requiere de una alta humedad para que se desarrolle los conidios. La alta presencia de CO<sub>2</sub> y la deficiencia favorece la supervivencia de los aislamientos (Domsch & Gams, 1980).

Los insectos infectados se endurecen y se cubren con una capa de conidios en polvo. Al final de la conidiogénesis, los insectos pueden presentar tonalidades que van desde claras a oscuras, blanquecinas e incluso verdes con manchas verdes (Monzón, 2001). A diferencia de las muscadinas blancas causadas por *B. bassiana*, la enfermedad se denomina muscadinas verdes (Alves, 1998).

*M. anisopliae* ataca naturalmente a más de 300 órdenes diferentes de insectos, por lo tanto, se utiliza para controlar plagas de diferentes cultivos, incluido el saltahoja de la caña de y otros gusanos de cola, el saltahoja de la hierba, la palma rayada picudo en caña de azúcar. También ha sido probado en pentatómidos *Nezara viridula*, *Piezodorus guildinii* y *Euchistus heros*, escarabajos del cocotero, termitas y mosca blanca en soja, según registros del CATIE (2004). Se han evaluado aislamientos de *M. anisopliae* para el control de la broca del café *H. hampei* en condiciones de campo y algo de mortalidad adquirida, pero *B. bassiana* adquirió niveles más altos. Finalmente, aislamientos de cepas naturales de *Metarhizium anisopliae*. Alienación en condiciones de laboratorio (Apaza, 2015).



**Figura 1.4.** Morfología de *Metarhizium*. **A.** Morfología Macroscópica **B.** Morfología Microscópica.

Fuente: Rodríguez, R. (2012) Revista científica de la Universidad Autónoma de Coahuila.

### c) *Isaria fumosorosea* (Wize) Brown y Smith

- **Ubicación taxonómica**

Según Kirk et al. (2008) en las siguientes posiciones de clasificación:

Reino : Fúngico

Puerta : Ascomicota  
Categoría : Hongos  
Subclase : Sordariomycetidae  
Orden : Prótesis  
Familia : Cordyceps  
Tipo : Isaria  
Especie : *Isaria fumosorosea*

- **Características**

*I. fumosorosea* pertenece a las familias Ascomycetes y Cordyceps y presenta varios entomopatógenos, entre ellos *Isaria farinosa* parásito de Lepidoptera y *Tenebrio molitor*, *Isaria fumosorosea* de Lepidoptera y *P. brassicae* que ataca a *Pieris brassicae* (Lecuona, 1996).

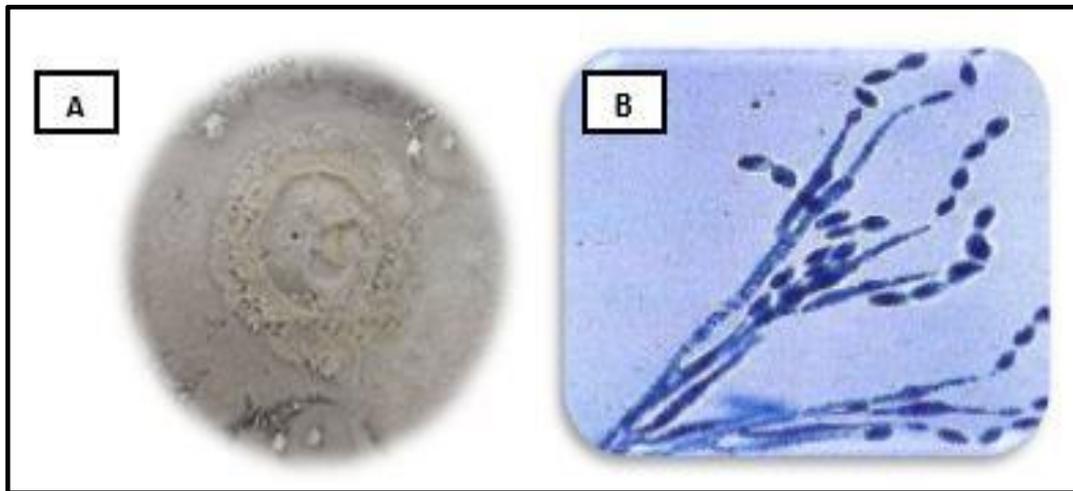
Las hifas son transparentes a amarillas, con tabiques, y las paredes son lisas y delgadas. La estructura conidial es nomosinema, que consta de hifas densas, verticilos y conidióforos irregulares, ramificados terminalmente, en los que aparecen racimos ensanchados en forma de botella, con cuellos conidiales distintivos, cada célula comienza con cadenas basales crecen, rara vez 2, de color claro, con paredes lisas, en forma de herradura o incluso varias (Berlangua, 1997; Hernández, 1999, citado por Bustillo, 2001).

A 25°C, las colonias crecen de 5 a 7 cm en 14 días y aparecen de color blanco, amarillo, verde pálido, rosa, rojo o morado, según la especie y el medio. Las colonias en el PDA eran inicialmente blancas y luego rosadas muy tenues. El dorso de la colonia es inicialmente ligeramente amarillo, pero con el tiempo se torna de un naranja intenso (Cañedo y Ames, 2004). El crecimiento óptimo para el desarrollo microbiano ocurre en el rango de 26-30°C con un pH de 2-10 (Domsch y Gams, 1980)

El género causa el llamado almizcle amarillo en los insectos, y también hay especies que pueden atacar a los nematodos de las plantas (Alves, 1998).

La especie más importante de este género es la cochinilla del hollín, que se utiliza para el control de plagas que afectan cultivos de importancia económica. Estos incluyen *Bemisia*

*tabaci*, mosca blanca, termitas, trips, mosca doméstica, *Spodoptera littoralis* *Spodoptera frugiperda* (Lezama-Gutiérrez et al. 1994). Lo mismo ocurre con el gusano de la tuna, que es altamente patógeno en condiciones de laboratorio por *Isaria fumosorosea* (Laura, 2016).



**Figura 1.5.** Características macroscópicas y microscópicas de *Isaria fumosorosea*. **A.** Colonia de coloración blanca a rosa pálida. **B.** Micofotografía de conidióforos verticilados, fiálides y conidias elípticas

Fuente: **A.** (fotografía tomada por Laura, 2016) **B.** (fotografía tomada por Herrera, 2001). Revista científica de la Universidad Autónoma de Coahuila.

### 1.2.6. Caracterización macroscópica de los principales hongos entomopatógenos

**Tabla 1.1.** Características morfológicas utilizadas para la identificación molecular de hongos entomopatógenos

HONGO	CONSISTENCIA	COLOR	CRECIMIENTO
<i>Beauveria bassiana</i>	Algodonosa polvosa	Blanco cremoso	Expandido
<i>Metarhizium anisoploae</i>	Polvosa	Verde	Expandido
<i>Verticillium anisopliae</i>	Algodonosa	Blanco	Expandido plano
<i>Paeceolomyces lilacinus</i>	Algodonosa	Liliáceo	Expandido
<i>Paeceolomyces fumosoroseus</i>	Algodonosa	Café	Longitudinal
<i>Nomurea rileyi</i>	Firme	Blanco- verde en la periferia	Longitudinal

Fuente: Marily Gonzales et al. (2016) Departamento de Investigación en Alimentos Facultad en Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Coahuila México.

**Tabla 1.2.** Descripción macroscópica de los hongos filamentosos

HONGOS FILAMENTOSOS					
CARACTERISTICAS MACROSCOPICAS					
HONGO	COLOR		TEXTURA	BORDE	ELEVACION
	ANVERSO	REVERSO			
<i>Paecilomyces sp</i>	Blanco	Hueso	Aterciopelada	Poco definido	Poco elevada
<i>Aspergillus sp</i>	Amarillo - Cremoso	Crema	Granulosa	Circular	Semi-plana
<i>Acremonium sp</i>	Blanco	Hueso	Aterciopelada	Circular	Elevada
<i>Phytophthora sp</i>	Blanco	Crema	Algodonosa	Filamentosa	Elevada

CARACTERISTICAS MICROSCOPICAS			
ESPECIE	HIFAS	CONIDIOFOROS	ESPORAS
<i>Paecilomyces sp</i>	Hialinas cenciticas	Ramificada	Semiredondas
<i>Aspergillus sp</i>	Hialinas segmentadas	Lisos con cabezuelas radiadas pigmentadas	Redondas-pequeñas
<i>Acremonium sp</i>	Hialinas delgadas	Cortas terminales en bordes	Alargadas
<i>Phytophthora sp</i>	Hialinas cenciticas	Cabezas ramificadas, irregulares	Redondas-pequeñas

**Fuente:** Sara Jein Giraldo Naranjo, Andrés Felipe Villa Ramos 2013 Universidad Católica de Manizales Facultad de Ciencias de la Salud Bacteriología Manizales – Caldas

### 1.2.7. Técnicas de colecta y aislamiento de hongos entomopatógenos

Como con cualquier organismo, las técnicas de recolección y aislamiento a utilizar dependen directamente del objetivo y pueden ajustarse si es necesario para cumplir con el objetivo planteado. La búsqueda de insectos infectados con hongos entomopatógenos requiere la aplicación de múltiples métodos, principalmente debido a su presencia un gran número de especies y hábitos. La mayoría de estos métodos responden a objetivos específicos, sin embargo, en el caso de los hongos entomopatógenos, generalmente se pueden dividir en colecciones directas e indirectas. (Berlanga et, al 2016. SENASICA).

Existen tres técnicas que se recomiendan para su aislamiento; según (Gómez et, al 2014 SENASA).

- Técnica insecto trampa
- Siembra directa de esporas o aislamiento directo
- Transferencia del insecto o partes del tejido atacado

### **a) Técnica del insecto trampa**

La adquisición de hongos entomopatógenos del suelo se realiza por recolección indirecta, que no es más que el uso de técnicas de captura de insectos o aislamiento del material del suelo en medios selectivos.

Según Keller et al. (2003) La captura de insectos con *Gallería mellonella* para la recolección de hongos entomopatógenos es más sensible que usar medio de cultivo y puede usarse para aislar e identificar hongos nativos presentes en el suelo. Para este método de recolección, pocos estudios que evaluaron el uso de varios insectos cebo de diferentes taxones encontraron que las larvas de dípteros están infectadas con hongos de diferentes géneros. Específicamente, *Tolypocladium cylindrosporum* gams puede aislarse con más frecuencia que *Galleria mellonella* de las larvas caídas de *Delia floralis*. Por lo tanto, el uso de técnicas de trampeo puede considerarse como un método de aislamiento selectivo. SENASICA (2016)

### **Procedimiento de aislamiento**

Consiste en hacer un muestreo de suelo, acondicionar y llevar al laboratorio lo más pronto posible, usar insectos vivos para capturar aislamientos virulentos capaces de causar su mortalidad. Mencionados por SENASA (2014) y SENASICA (2016).

- Tomar muestras de suelo en varias zonas, profundidad de 15 cm, usando una pala pequeña, en un volumen de 1000 gramos. En cada área coleccionar 3 muestras, haciendo un total de 3 sub muestras por cada área.
- Colocar las tres sub muestras en una bolsa de plástico, mezclarlas y colocar en un cooler o caja tecnopor con hielo, para ser transportado al laboratorio.
- En el laboratorio, si el suelo está muy seco, agregar agua pero el suelo debe quedar húmedo no mojado.
- Colocar el suelo en envases limpios de ½ litro.
- Colocar 10 larvas de *Galleria mellonella* sobre la superficie del suelo de cada muestra y cubrir con su tapa.
- Invertir el recipiente y colocar a 22-24°C
- A los 7 días revisar y retirar los insectos muertos.
- Enjuagar los cadáveres con agua estéril.

- Colocar los cadáveres recuperados de cada suelo, en forma separada, sobre una placa Petri con papel filtro.
- Las larvas muertas por hongos entomopatógenos, presentan manchas oscuras ligeramente hundidas y/o momificadas o también pueden presentar desarrollo micelial.



**Figura 1.6.** Instalación de aislamiento insecto trampa

Fuente. SENASA (2014)

#### **b) Aislamiento directo**

En este caso, la búsqueda está dirigida a localizar insectos con enfermedades fúngicas o signos evidentes de infección fúngica. También puede incluir insectos que muestran cambios de color, vivos o muertos, e insectos que se comportan de manera diferente al resto de la población. Los materiales colectados deberán ser recolectados en frascos de plástico o vidrio, los cuales deberán estar debidamente rotulados. Esta técnica no es muy ventajosa y las muestras tomadas de insectos pueden estar sucias y provocar problemas de contaminación de forma aislada. SENASA (2014).

#### **Procedimiento**

- Observar al insecto bajo el estereoscopio para detectar las áreas de mayor esporulación.

- Con la ayuda de un asa o aguja entomológica flameada coger las esporas del insecto micosados.
- Sembrar en caja Petri o tubo de ensayo en el medio de cultivo adecuado.

### c) **Transferencia del insecto**

Se usa cuando no hay presencia de esporas en el insecto colectado. Cuando se observa el crecimiento de contaminantes junto con las esporas del hongo que desea aislar. SENASA (2014).

### **Procedimiento**

- Desinfectar la superficie del insecto por inmersión en hipoclorito de sodio al 0.5% por 1 a 5 minutos.
- Enjuagar 3 veces en agua destilada estéril.
- Sacar el exceso de agua con papel filtro toalla estéril.
- Transferir parte del insecto a cajas Petri con medio de cultivo
- Incubar a 27°C hasta lograr el desarrollo del hongo deseado

### **1.2.8. Importancia de hongos entomopatógenos en la agricultura**

Falconi, et al. (2009) Se evaluó la patogenicidad y virulencia de cepas de *Acremonium* y *Scopulariopsis* aisladas de adultos infectados por *D. peruvianus* en Mala, provincia de Cañete, para determinar su patogenicidad y virulencia contra *Dysdercus peruvianus*. Cepas de *Beauveria bassiana*. Aislado de *Schistocerca gregaria* peruviiana de Ayacucho. Los bioensayos se realizaron en ninfas de cuarto estadio de *D. peruvianus* a concentraciones de 3,7x10<sup>8</sup>, 1,9x10<sup>8</sup>, 9,4x10<sup>7</sup> conidios/mL para *Beauveria bassiana*, *Cephalosporium acremonium* y *Scopulariopsis sp.* respectivamente. Después de 20 días de tratamiento, *Beauveria bassiana* presentó la mayor tasa de mortalidad. (83,3%) y *Cephalosporium sp.* (80%). *Scopulariopsis sp.* Resultó en una tasa de mortalidad del 23,3%. *Acremonium sp.* es la cepa más agresiva con un tiempo letal (TL50) de 3,8 días.

Gómez, (2011) evaluó aislamiento e identificación de hongos entomopatógenos de la mosca blanca – *Bemisia tabaci*. La mosca blanca es un homóptero que ataca a diferentes cultivos generando grandes pérdidas económicas. Por ello se recolecta la mosca blanca en cultivos de col, brócoli, etc. Para aislar e identificar hongos con la ayuda de un estereoscopio para la identificación de para su control con hongos entomopatógenos se

determinó cuatro especies pertenecientes a la clase Hypomycetes, orden Moniliales: *Bauveria bassiana*, *Verticillium lecanii* estos hongos se han encontrado afectando *B. tabaci* en su estado de ninfa y adulto.

### **1.3. AGROECOSISTEMA**

#### **1.3.1. Agroecosistema tradicional**

La agricultura tradicional son prácticas agrícolas indígenas que son el resultado de la coevolución de los sistemas sociales y ambientales indígenas, que demuestran un alto grado de conciencia ecológica a través del uso intensivo del conocimiento indígena y los recursos naturales, incluida la gestión de la agrobiodiversidad a través de diversos sistemas agrícolas. (FAO 2009)

Volke y Sepúlveda (1987) citado por Pinedo (2018) Se cree que la agricultura tradicional es practicada bajo el enfoque de la productividad por el subsector de la agricultura de subsistencia, que consiste en un gran número de productores poco calificados, ocupa grandes extensiones de tierra y generalmente está excluido de los intereses de la agricultura. Sistema económico; producen principalmente a niveles de subsistencia y se basan en técnicas tradicionales, carecen de capital suficiente para desarrollar sus actividades agrícolas y extraen excedentes a través de relaciones de intercambio desiguales que les impiden acumular capital para salir de la pobreza.

Altieri y Nicholls (2000) Afirmando que, en general, estos sistemas son muy diversos, manejados con bajos niveles de tecnología e insumos producidos localmente para obtener productos de alta calidad, sin embargo estos dependerán de la energía humana o animal y de la fertilidad natural del suelo, esta característica suele mantenerse barbecho, usando leguminosas y fertilizantes orgánicos.

#### **1.3.2. Agroecosistema convencional**

Kolmans y Vásquez (1999) y Stephan (2015) Señale que este modelo agrícola se basa en el uso de grandes cantidades de insumos externos, el consumo de grandes cantidades de energía en forma de agroquímicos y maquinaria, y el uso de semillas de alto rendimiento en estas condiciones, y son sistemas que requieren grandes cantidades de capital y crédito para producir. También sostienen que la agricultura tradicional, también denominada agricultura industrial por Sthepan (2015), se basa en prácticas

inapropiadas y perjudiciales para la fertilidad natural del suelo, utilizando sistemas de monocultivo; baja diversidad, rotación de cultivos unilateral (inapropiada), inapropiada e innecesaria. Labranza: alteración y destrucción del suelo por exceso de mecanización; manejo inadecuado de los desechos animales y control de plagas (malezas, insectos, hongos y otros microorganismos que afectan los cultivos).

Este sistema de producción agrícola intensivo y extensivo se basa en el uso de maquinaria intensiva en insumos y el uso de métodos y tecnologías no aceptados en la producción orgánica (SENASA2014). De acuerdo con el enfoque de Intensificación Sostenible de la Producción Agrícola (FAO 2011), el desarrollo convencional es intervencionista, donde la mayoría de los aspectos de la producción se controlan a través de intervenciones técnicas, como el cultivo de la tierra, el control preventivo y la mitigación de plagas y malezas. Aplicación de Hierbas y Agroquímicos y Fertilizantes Minerales en Nutrición Vegetal.

Altieri (1999), Se mencionó que la modernización de la agricultura a través de tecnología convencional trajo como consecuencia un incremento en la productividad y rentabilidad agrícola, principalmente para los agricultores cuyas tierras eran adecuadas a sus condiciones económicas, lo que les permitió integrarse plenamente a la economía de mercado; los aspectos ecológicos y sociales son también un proceso de separación, ya que en nombre del progreso y el progreso tecnológico, los agroecosistemas se transforman, distorsionando la cultura tradicional y cambiando fundamentalmente la estructura social. La sobreexplotación de los recursos naturales conduce a la erosión río abajo, la pérdida de fertilidad y la deposición. Investigaciones realizadas en esta área confirman que la agricultura tradicional es uno de los factores que modifican el escenario climático global.

#### **1.4. CULTIVO DE LA PAPA**

Las papas son un cultivo básico para los pequeños agricultores de la región andina, donde tanto las especies cultivadas como las silvestres tienen una gran diversidad genética. Los granos ricos en proteínas como la papa, varios otros cultivos de raíces y tubérculos incomparables, la quinua y los caninos fueron una parte fundamental de la agricultura en las antiguas civilizaciones andinas. La evidencia arqueológica prueba que

fue el alimento diario de los antiguos peruanos durante más de 8.000 años (Egúsqüiza 2000).

#### **1.4.1. Origen y distribución**

En Perú, la papa se cultiva y produce en numerosas condiciones agroecológicas: Punaseca, Punahumeda, valles entre los Andes, laderas orientales húmedas, laderas subáridas occidentales y valles costeros subdesérticos (Egúsqüiza, 2000; Salas y Locke, 2005). Las variedades de papa cultivada se cultivan en 19 de las 24 provincias de Perú. (Salas & Roca, 2005).

#### **1.4.2. Clasificación taxonómica**

Egúsqüiza (2000) señaló que la clasificación taxonómica de la papa se basa en las características de las flores, por lo que se puede dividir en las siguientes categorías.

Categoría : Dicotiledóneas  
Subclase : Simpetara  
Orden : Tubifloras G  
Familia : Solanáceas  
Género : Solana  
Especie : *Solanum tuberosum*  
Número de cromosomas:  $2n = 4X = 48$

#### **1.4.3. Morfología**

Los *Solanum tuberosum* pertenecen a la familia de las solanáceas. Es una hierba anual dicotiledónea. Sus raíces son muy ramificadas, finas y largas, alcanzando una profundidad de 46 y 50 cm, según la variedad y el suelo en el que se cultive. Los tallos son gruesos, fuertes y angulosos, entre 0,5 y 1 m de altura, que se originan en las yemas de los tubérculos. Las hojas son pinnadas. Las flores son pentaméricas, la inflorescencia puede ser simple o compuesta, y las flores son 98% autopolinizadas y 2% polinizadas cruzadas (Alcázar 1999).

Los tallos o estolones subterráneos son relativamente cortos y terminan en tubérculos. El fruto es redondo, verde, de 2,5 cm de largo y se vuelve amarillo al madurar. Dentro del fruto cada baya contiene 200 semillas. Aunque las papas se pueden propagar por

semillas y esquejes, en realidad la propagación es siempre asexual, por tubérculos que producen brotes en yemas. (Alcázar 1999).

#### **1.4.4. Condiciones agroecológicas**

Las áreas aptas para el cultivo de papa se ubican entre los 2.400 y 3.700 metros sobre el nivel del mar, especialmente donde predominan los suelos andinos. Las áreas adecuadas para el cultivo de papas son áreas con una temperatura anual promedio entre 6 y 14 grados centígrados y una precipitación anual de alrededor de 700 a 1200 mm. (Suquilanda 2015).

#### **1.4.5. Plagas**

Estas causan pérdidas considerables en rendimiento y calidad de la papa. Para manejo efectivo de plagas que atacan, es necesario identificarlas y conocer alternativas de manejo integrado. (Pumisacho, 2002)

##### **a) Gusano blanco (*Premnotrypes vorax*)**

*Premnotrypes vorax* se encuentra en la región andina, por lo que en algunos países se le llama picudo andino.

La presencia de larvas de gusano blanco aumenta los costos de producción debido al uso de pesticidas. El daño a los tubérculos se hace evidente en la cosecha. (Pumisacho 2002).

- **Ciclo de vida**

El ciclo de vida de un gusano blanco representa una metamorfosis completa. Los insectos inmaduros son morfológicamente diferentes a los adultos y viven en diferentes hábitats en diferentes etapas, (Pumisacho 2002, p.132) refiriéndose a las etapas del ciclo biológico: huevo, larva, prepupa, pupa y adulto.

- **Huevos**

Son cilíndricos, de forma ligeramente ovalada, de 1,7 mm de largo y 0,50 mm de diámetro. Cuando engendraron recientemente, estaban cubiertos de una sustancia viscosa. Son de color blanco brillante, pero a medida que se desarrollan, se vuelven de un color ámbar opaco. (Pumisacho 2002 p.132).

- **Larvas**

Son de color blanco cremoso, con cabezas pigmentadas y muy bien diferenciadas, en el quinto y último estadio miden de 11 a 14 mm con cuerpo en forma de "C", subcilíndrico y carnoso. El diámetro del segmento abdominal medio es mayor que los segmentos torácico y caudal. No tienen patas reales, sino protuberancias proporcionadas por cerdas. (Pumisacho 2002 p.132).

- **Pupas**

Son de color blanco y se desarrollan en el interior de células formadas por tierra. (Pumisacho 2002 p.132).

- **Adulto**

Es un insecto de unos siete milímetros de largo y cuatro milímetros de ancho. El cuerpo puede tomar el color del suelo sobre el que se asienta, lo que dificulta su detección. Las hembras son un poco más grandes que los machos, con forma redondeada y una línea amarilla en la parte superior del abdomen. Los machos son alargados y no tienen líneas. La duración promedio de cada etapa metamórfica fue: huevo 35 días; larva 38 días; prepupa 18 días; pupa 26 días; etapa de endurecimiento del cuerpo 17 días. La vida adulta es de unos 270 días. Durante este período, la hembra pone con éxito alrededor de 260 huevos. (Pumisacho 2002 p.133).

- **Comportamiento**

El adulto emerge de la pupa dentro del suelo, ese estado es inactivo y permanente allí como adulto invernate, para luego de un tiempo activarse y abandonar la cámara pupal, en el día el adulto permanece inactivo y vive refugiado en el suelo debajo de los terrones y hojas, pero siempre en grupo al redor de la planta en la noche se activa, se alimenta, aparea y oviposita. La hembra oviposita en grupo, formando hileras dentro del suelo o en tallos de gramíneas o residuos de cosechas anteriores (Vilca 2010 p.63-64).

Alcalá y alcázar 1976, menciona que el ciclo es: huevo 33 días, larva 46 días, prepupa 43 días, pupa 54 días, adulto invernate 115 días, el periodo total de días es 291 días

### **Polilla de la papa (*Tecia salinivora*)**

La *Tecia solanivora* es un lepidóptera de la familia Gelechidae, cuya larvas se alimentan de los tubérculos de papa, *Tecia solanivora* forma parte de un grupo de especies conocidas con el nombre común de la polilla de la papa. (Pumisacho 2002 p.136) menciona que el ciclo de vida tiene cuatro fases: huevo, larva, pupa y adulto.

- **Huevo**

Tiene forma ovalada, 0,5 mm de largo y 0,4 mm de ancho en el medio. Los huevos han sido puestos recientemente y son de color nacarado. Los huevos se vuelven amarillos a medida que avanza el proceso de eclosión y de color marrón oscuro a medida que se acercan a la eclosión. La incubación de los huevos puede durar de 12 a 15 días. (Pumisacho 2002 p.136).

- **Larva**

Pertenece al tipo erusiforme, con 3 pares de pies torácicos verdaderos y 5 pares de pies falsos (4 pares de gasterópodos y 1 par de pies anales). El desarrollo larvario pasa por cuatro etapas evolutivas que duran de 30 a 35 días. En la cuarta y última etapa, las larvas miden de 12 a 15 mm de largo y 2,5 mm de ancho. La parte posterior del cuerpo es morada y el vientre es verde. Una vez que se completa el desarrollo, las larvas dejan de alimentarse, abandonan el tubérculo, quedan incapacitadas y comienzan a tejer un capullo de seda al que se adhieren las partículas del suelo, formando un capullo. (Pumisacho 2002 p.136).

- **Pupa**

La pupa es fusiforme, al principio de color marrón claro, luego de color marrón oscuro. Las pupas generalmente se encuentran envueltas en capullos, pero también se pueden encontrar pupas desnudas. Este estado dura de 28 a 32 días. Las polillas empupan en el suelo, paredes de almacenes, empaques o dentro de tubérculos. (Pumisacho 2002 p.136).

- **Adulto**

Las hembras son más grandes que los machos, de 10 a 13 mm de largo y 3,4 mm de ancho. Es de color marrón pajizo claro. El primer par de alas tiene tres manchas marrones brillantes y rayas longitudinales. Los machos miden 9,7 mm de largo y 2,9

mm de ancho y se diferencian de las hembras por tener un abdomen más pequeño. Es de color marrón oscuro con dos manchas en el primer par de alas y una línea longitudinal discreta. (Pumisacho 2002 p.137).

El promedio de vida de los adultos es de 18 a 22 días. Las hembras atraen a los machos a través de sustancias llamadas feromonas. Después de la fertilización, la hembra pone de 6 a 15 huevos en la base de la planta de papa y en el tubérculo en el saco. Durante su vida, pondrá alrededor de 260 huevos. El tiempo desde la deposición de huevos hasta el nacimiento del adulto varía entre 70 y 80 días. (Pumisacho 2002 p.136).

- **Comportamiento**

Las polillas viven en sitios de almacenamiento de cultivos y semillas. La emergencia de los adultos coincide con el período de formación de tubérculos, y por lo tanto al inicio de la siembra de papa. Durante el día, los adultos se esconden en la sombra, principalmente en las raíces de las plantas de papa o malezas. Al anochecer, comenzó a volar bajo. El insecto adulto se alimenta de las secreciones de la planta de papa, sin embargo, puede sobrevivir sin alimentarse. (Pumisacho 2002).

#### **1.4.6. Microorganismos del suelo**

Debido a la diversidad de microorganismos del suelo, los microorganismos del suelo constituyen un hábitat bastante complejo, tales como bacterias, actinomicetos, hongos, nematodos, protozoos, algas, etc., existen más de 100 millones de microorganismos en 1 gramo de raíces, principalmente bacterias y hongos, juegan un papel importante en los procesos biogeoquímicos de la materia (Mark, 2002). Según Bunch (2008), el impacto de esta vida subterránea en la productividad agrícola es asombroso. Sin esta vida del suelo, difícilmente tendríamos plantas cultivadas o bosques y pastizales naturales, ya que casi todo el nitrógeno en nuestros suelos naturales proviene de la descomposición o fijación de la materia orgánica, procesos que dependen completamente de los microbios. Además, algunos de estos microorganismos atacan a los microorganismos dañinos y los controlan, evitando así la propagación de enfermedades que dañan los cultivos.

Cabe mencionar que existen varios factores abióticos que pueden afectar la vida de los microorganismos en el suelo. Uno de los factores más importantes es el pH, cuyos cambios pueden activar o casi inactivar las enzimas microbianas, y el pH también afecta

la disponibilidad o fijación de minerales. La mayoría de los microorganismos beneficiosos para los cultivos están presentes y sus enzimas son activas en suelos con un pH de 5 a 6,5. Otro factor importante es la materia orgánica, el abono verde es fuente de nutrientes para bacterias y hongos, pero no contribuye a la estructura del suelo. (Acuña et al., 2006 p.232).

#### **1.4.7. Importancia de su manejo**

Perú es el origen de la papa y sus parientes silvestres, lo que facilita el desarrollo de nuevas técnicas de manejo agronómico y tiene menor impacto en el ecosistema; por otro lado, a medida que los agricultores intensifican la producción, el uso de pesticidas químicos en la papa es cada vez mayor (FAO, 2008). Asimismo, los méritos de la papa, especialmente su enorme valor nutricional y su capacidad para aumentar los ingresos de los agricultores, no han recibido la atención que merecen (FAO, 2008), por lo que es necesario invertir en nuevas tecnologías. Tiene el potencial de reducir el riesgo de los cultivos.

Según Masera et al. (1999) Una evaluación de un agroecosistema es un proceso destinado a determinar de manera sistemática y objetiva el estado actual de un sistema, monitorear cambios en diferentes intervenciones para sugerir mejoras, sugerir modificaciones para optimizar el estado de cada componente o factor. , a través de diferentes esquemas de manejo agroecológico. El funcionamiento de los ecosistemas está controlado en gran medida por la dinámica microbiana del suelo; muchos ecosistemas globales se encuentran en una variedad de estados frágiles, manifestados por la erosión, la baja productividad y la mala calidad del agua debido a las actividades agrícolas intensivas y al uso continuo de los recursos de la tierra. Es bien sabido que los microorganismos en los suelos agrícolas pueden tener un profundo impacto en el estado de fertilidad del suelo, especialmente en términos de disponibilidad de nutrientes y supresión de enfermedades de las plantas. (Kennedy y Smith, 1995).

Pineda et al. (2017) señaló que, dado que los insectos pueden tener un impacto severo en la productividad del ecosistema, la resistencia a las plagas agrícolas a través del microbioma asociado a las plantas debe considerarse un servicio clave y debe incluirse como una estrategia de gestión agrícola. Los autores argumentan que muchos servicios ecosistémicos del microbioma del suelo a menudo no son muy efectivos en los sistemas

de producción tradicional que usan pesticidas y fertilizantes, y solo se vuelven evidentes cuando las plantas están expuestas a condiciones de estrés abiótico.

## **CAPÍTULO II METODOLOGÍA**

### **2.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO**

Este trabajo de investigación se llevó a cabo en condiciones de campo y laboratorio. El primero involucró la recolección de muestras de suelo en la región de Vinchos con agroecosistemas manejados tradicionalmente y la región de Chiara con agroecosistemas manejados tradicionalmente. La segunda parte se llevó a cabo en el Laboratorio de Agronomía AD-404 de la Universidad Nacional Mayor de San Cristóbal de Valmanga, Facultad de Agronomía, en la Ciudad Universitaria, como se muestra en las Figuras 2.1 y 2.2.

#### **2.1.1. Ubicación política y geográfica**

##### **a) Ubicación política y geográfica de Vinchos**

<b>Región</b>	: Ayacucho	<b>Longitud</b>	: 74°21'15" Oeste
<b>Distrito</b>	: Vinchos	<b>Latitud</b>	: 13°53'53" Sur
<b>Provincia</b>	: Huamanga	<b>Altitud</b>	: 3129 msnm

##### **b) Ubicación política y geográfica de Chiara**

<b>Distrito</b>	: Chiara	<b>Latitud</b>	: 13°52'05" Sur
<b>Provincia</b>	: Huamanga	<b>Longitud</b>	: 73°40'03" Oeste
<b>Región</b>	: Ayacucho	<b>Altitud</b>	: 3515msn

### **CLIMA**

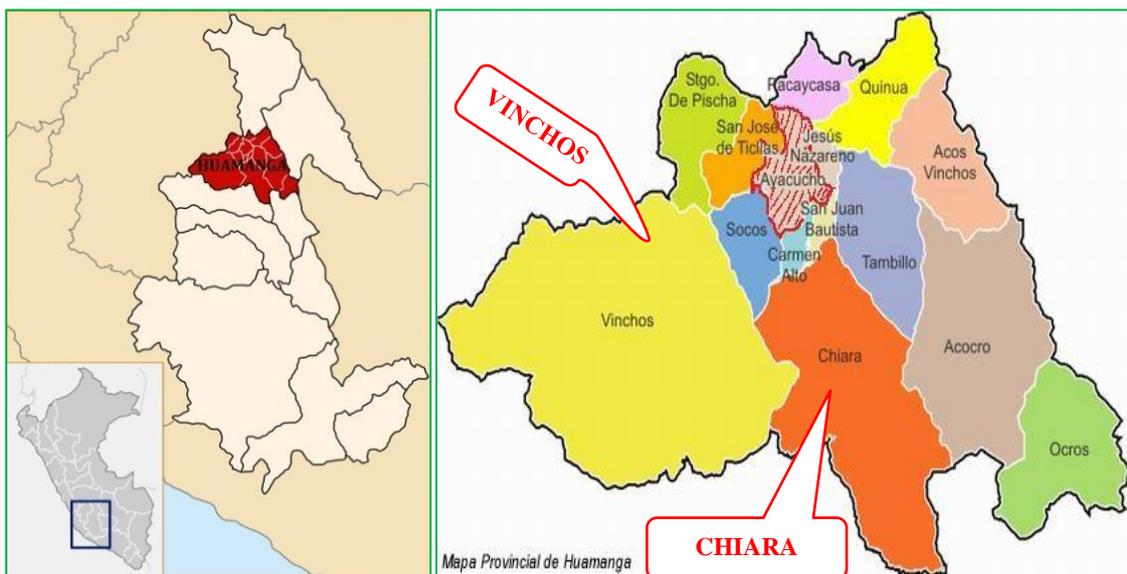
**Chiara.** La humedad relativa en el sector de la variabilidad es baja, con promedios anuales que van del 40% al 60%. La precipitación media anual oscila entre 650 y 690 mm, y las temperaturas oscilan entre 9 y 11°C, con una máxima de 20,7°C y una mínima de 2,2°C. (GOREA 2012)

**Vinchos.** Templado seco con una temperatura, promedio anual máxima de 12.9° C y con variantes de 10°C entre el día y la noche, con una precipitación anual que oscila entre 560-620mm.

## SUELO

**Chiara.** Los suelos de chiara son suelos maduros de acuerdo a su evolución con una denominación de perfil de suelo Alfisol, característicos de suelos ácidos, son suelos de mayor capacidad de producción.

**Vinchos.** Los suelos de vinchos son suelos arcillosos llamados suelos paramosólicos, que consisten en mesetas con ricos humedales y pastos naturales enclavados entre montañas y picos rocosos.



**Figura 2.1.** Ubicación geográfica de Vinchos y Chiara

### c) Ubicación política y geográfica del laboratorio de Agrobiología AD - 404

<b>Distrito</b>	: Ayacucho	<b>Latitud</b>	: 13°08'04" Sur
<b>Provincia</b>	: Huamanga	<b>Longitud</b>	: 74°13'01" Oeste
<b>Región</b>	: Ayacucho	<b>Altitud</b>	: 2800msm



**Figura 2.2.** Ubicación del Laboratorio de Agrobiología en la ciudad universitaria UNSCH

## **2.2. MATERIALES, EQUIPOS E INSUMOS**

### **a) Materiales**

- Pala pequeña
- Pico pequeño
- Bolsas plásticas
- Caja de tecnopor
- Cinta maskin
- Marcadores
- Fichas de colección
- Porta objetos
- Cubre objetos
- Placa Petri
- Mechero
- Frascos de vidrio
- Matraz Erlenmeyer
- Taperes de plástico
- Pinza

- Fosforo
- Colador
- Malla
- Pipeta
- Caballetes de vidrio
- Asa de siembra
- Gradilla
- Tubos con tapa rosca

### **Material biológico**

- Larvas de *Gallería mellonella* (Polilla de cera)

### **b) Equipos**

- Destiladora
- Autoclave
- Balanza eléctrica
- Microscopio binocular eléctrico
- Microscopio estereoscópico binocular eléctrico
- Incubadora
- Estufa

### **c) Insumos**

- Alcohol
- Hipoclorito de sodio 0.5%
- Agua estéril
- Cloranfenicol
- Agar
- Dextrosa y papa

## **2.3. TRATAMIENTOS**

Se consideró los siguientes tratamientos descritos en la siguiente tabla 2.1.

**Tabla 2.1.** Agroecosistemas con manejo tradicional y convencional de colección de muestras de suelo. Ayacucho 2017.

<b>AGROECOSISTEMA TRADICIONAL DE VINCHOS</b>					
<b>N° NUESTRAS</b>	<b>AGROECOSISTEMA DE:</b>	<b>CODIGO</b>	<b>CULTIVO ANTERIOR</b>	<b>TEXTURA DEL SUELO</b>	<b>ALTITUD</b>
1	Qoñani- A	39	Oca	Franco arcilloso	3688 msnm
2	Qoñani-B	40	Olluco	Arcilloso	3687 msnm
3	Qochapunco-A	41	Papa	Franco	3813 msnm
4	Qochapunco-B	42	Papa	Franco	3813 msnm
5	Pascana-A	43	Trigo	Franco arcilloso	3468 msnm
6	Pascana-B	44	Papa	Franco arcilloso	3470 msnm
7	Occollo-A	45	Olluco	Franco arcilloso	4065 msnm
8	Occollo-B	46	Mashua	Franco arcilloso	4066 msnm
9	Llaruca-A	47	Papa	Franco	3103 msnm
10	Llaruca-B	48	Papa	Franco	3103 msnm
11	Ranracancha-A	49	Cebada	Franco arcilloso	3700 msnm
12	Ranracancha-B	50	Papa	franco	3701 msnm
13	Pampanqa-A	51	Maiz	Franco arcilloso	4026 msnm
14	Pampanqa-B	52	Papa	Franco arcilloso	4027 msnm
<b>AGROECOSISTEMA CONVENCIONAL DE CHIARA</b>					
1	Sachabamba-A	53	Papa	Franco arcilloso	3514 msnm
2	Sachabamba-B	54	Quinoa	Franco arcilloso	3512 msnm
3	Santa rosa-A	55	Quinoa	Franco arcilloso	3489 msnm
4	Santa rosa-B	56	Papa	Franco arcilloso	3486 msnm
5	Intihuasi-A	57	Papa	Franco arcilloso	3470 msnm
6	Intihuasi-B	58	Cebada	Arcilloso	3472 msnm
7	Manallasac-A	59	Papa	Franco arcilloso	3606 msnm
8	Manallasac-B	60	Quinoa	Franco arcilloso	3606 msnm
9	Sallalli-B	61	Papa	Franco arcilloso	3616 msnm
10	Sallalli-B	62	Papa	Franco	3617 msnm
11	Yanapiruro-A	63	Papa	Franco arcilloso	3200 msnm
12	Yanapiruro-B	64	Papa	Franco arcilloso	3200 msnm
13	Chupas-A	65	Quinoa	Franco arcilloso	3456 msnm
14	Chupas-B	66	Papa	Franco arcilloso	3456 msnm

#### **2.4. DISEÑO EXPERIMENTAL**

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), con 14 tratamientos agroecosistémicos con manejo tradicional y 14 tratamientos con manejo tradicional, cada tratamiento se replicó 3 veces, con un total de 84 unidades experimentales

#### **2.5. COLECCIÓN DE MUESTRAS DE SUELO**

La colección se realizó efectuando muestreos en 14 agroecosistemas con manejo tradicional de Vinchos y 14 muestreos en agroecosistemas con manejo convencional en Chiara; cada muestra con tres sub-muestras. Las muestras fueron tomadas de las parcelas de cultivo de papa empleando el muestreo aleatorio, para ello se determinaron tres puntos en cada agroecosistema. Se colectó un volumen promedio de 500 gramos de

suelo por punto a una profundidad de 15 cm utilizando una pala pequeña colocando la muestra de suelo en una bolsa de polietileno. Seguidamente se colocaron las submuestras de cada punto en una bolsa negra debidamente etiquetada ver en Anexo fotográfico 6; técnica que se emplea en laboratorio de Agrobiología, también citado por Córdova 2013. Dichas muestras de suelos fueron transportadas y preservadas para su procesamiento en el laboratorio.

## 2.6. AISLAMIENTO DE HONGOS ENTOMOPATÓGENOS MEDIANTE LA TÉCNICA “INSECTO- TRAMPA”

Aislamiento de hongos entomopatógenos de muestras de suelo recolectadas utilizando el método de "técnica de captura de insectos" utilizado por Zimmerman, citado en 1986 por Keller, 2003 y Meyling 2007. Para procesarlo se tuvo que homogenizar las tres submuestras de cada agroecosistema y humedecer con 10ml de agua destilada estéril. Coloque una muestra de suelo homogeneizada de 250 g en un recipiente de plástico (taper), luego se colocaron 15 larvas de *Galleria mellonella* por cada taper (Las larvas fueron adquiridas del laboratorio de SENASA VITARTE-LIMA). Los conos se cerraron, etiquetaron adecuadamente y almacenaron boca abajo a temperatura ambiente con 3 repeticiones por tratamiento, como se indica, para un total de 84 unidades experimentales. (2.3). Luego de la instalación de los tratamientos se dejó durante 15 días realizando observaciones cada 7 días.



**Figura 2.3.** Instalación de tratamientos con “Técnica insecto trampa” en suelos de agroecosistema tradicional de Vinchos y convencional de Chiara

### **2.6.1. Preparación de materiales**

#### **Esterilización de materiales**

Los materiales se esterilizaron con fines de evitar la contaminación de otros agentes externos (figura 2.4)

- Placas petri
- Frascos
- Agua estéril
- Agua de caño
- Algodón
- Pipetas



**Figura 2.4.** Esterilización de materiales

### **2.6.2. Aislamiento a partir de larvas infectadas**

Aquellas larvas muertas que presentaban signos de enfermedad fúngica fueron aisladas 15 días después del proceso de infección y desarrollo micelial abundante del hongo, colocando en placas estériles debidamente codificada, el traslado se realizó en presencia del mechero para evitar la contaminación; como se muestra en la figura 2.5.



**Figura 2.5.** Infección de larvas de *Galleria mellonella* con desarrollo micelial

### 2.6.3. Desinfección y lavado de larvas

Para esterilizar las larvas se debe preparar una solución de hipoclorito de sodio al 1% y agua destilada estéril. Se seleccionó larvas de *Galleria mellonella* infestadas en un pequeño colador y se sumergió en el hipoclorito de sodio al 1% durante dos minutos, seguidamente se procedió a realizar el triple enjuague en agua estéril.

### 2.6.4. Cámara húmeda. (Incubación)

Luego de desinfectadas las larvas se procedieron a colocar en placas Petri que contienen: varilla de vidrio, portaobjeto y algodón esterilizados. La varilla de vidrio en “V” sirve de soporte para el portaobjeto sobre ello se colocaron las larvas con signos de micosis, el algodón ha sido humedecido con agua de caño estéril. Se empleó la cámara húmeda para acelerar el desarrollo micelial en siete días.

### 2.6.5. Purificación y aislamiento en medio de cultivo

#### a) Preparación de medios de cultivo

Para aislar y purificar hongos de cámaras húmedas, prepara el Agar Papa Dextrosa medio con la siguiente composición:

#### b) Composición de: Agar papa dextrosa (APD)

Papa pelada	250 gr
Agar	18 gr
Dextrosa	20 gr
Agua destilada se completa a	1000.00 ml

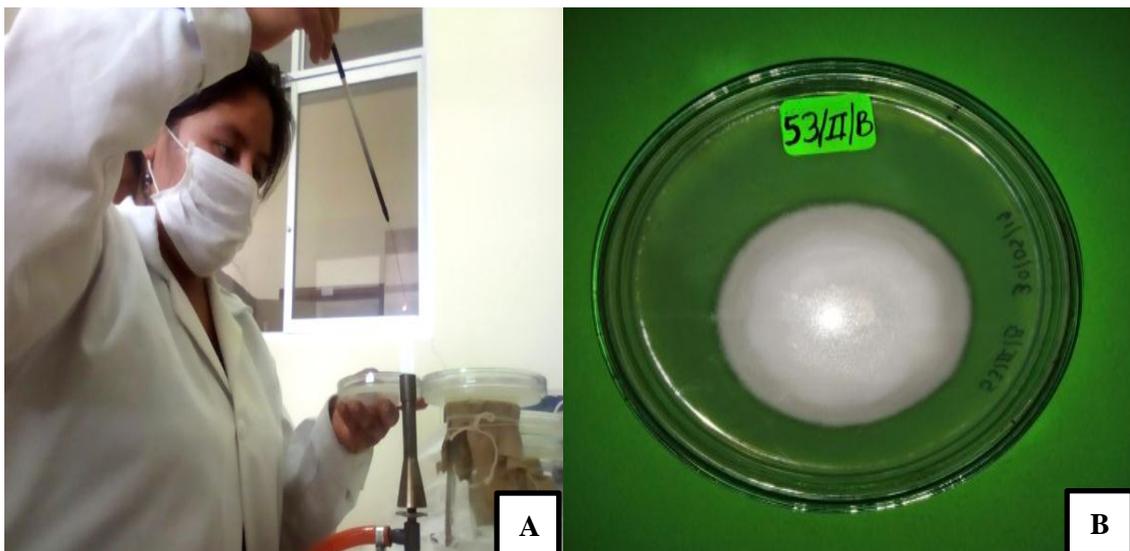
### c) Preparación

Las papas fueron peladas y cortadas en trocitos y se hicieron hervir durante 15 minutos con 500 ml de agua destilada, concluido este tiempo se obtuvo el extracto de papa y con una malla se filtró, seguidamente se mezcló con la dextrosa y el extracto de papa; en otro recipiente hizo hervir el agar en 400 ml, finalmente se mezclaron completando a 1000 ml.

El medio se distribuyó para colocar en matraces de 200 y 500 ml de capacidad, esterilizándose a 15 libras de presión por 30 minutos. Luego a medios de cultivo se incorporó antibiótico (Cloranfenicol de 500mg se diluyo en 20ml de alcohol de 96%, aplicándose 5ml por litro de medio de cultivo antes del plaqueado) para evitar la contaminación bacteriana; seguidamente los medios de cultivos se plaquearon y fueron colocados a estufa de 37° por 24 horas con fines de control de pureza.

### d) Siembra en medio de cultivo

Las larvas que desarrollaron sus micelios abundantes se procedieron a sembrar en las placas que contienen medio Agar Papa Dextrosa (APD), con bastante asepsia cerca de un mechero con la ayuda de una asa, se procedió a sembrar en un punto medio y se llevó a la estufa durante 7 días realizando observaciones diarias purificando las contaminadas. (Figura 2.6).



**Figura 2.6.** Aislamiento, siembra en medio de cultivo (A), crecimiento en medio APD (B)

## 2.7. IDENTIFICACIÓN

La identificación se realizó, mediante claves y efectuándose las caracterizaciones macroscópicas, microscópicas y microcultivo.

### 2.7.1. Caracterización macroscópica de hongos entomopatógenos

Las colonias que crecían en las placas se caracterizaron macroscópicamente con el medio (PDA), considerando: pigmentación (anverso y reverso), crecimiento aspecto, consistencia y superficie.

### 2.7.2. Caracterización microscópica de hongos entomopatógenos

La caracterización microscópica se realizó considerando estructuras reproductivas, color, septas y grosor de hifas, conidióforos, conidios, fiálides y la presencia de raquis. Estas observaciones microscópicas se realizaron a partir de los microcultivos, cuya técnica se describe a continuación.

#### Microcultivo

Se cortó con un bisturí una porción de agar (APD) de 1x1 cm y se colocó sobre el portaobjeto. Luego con un asa estéril se toma pequeña porción del hongo y se sembraron en cuatro puntos extremos del medio de cultivo de 1x1cm. Se cubrió con una laminilla estéril sobre el cultivo. Finalmente se colocó un trozo de algodón húmedo con agua estéril, como en figura 2.7. El microcultivo se incubo de 15 a 21 días.



**Figura 2.7.** Cámara de microcultivo

### **2.7.3. Montaje**

Las laminillas cubiertas con micelio de cada uno de los microcultivos fueron colocadas individualmente sobre el portaobjeto con gota de azul de lacto-fenol y llevaron al microscopio para realizar las observaciones y registrarlas. (Figura 2.7)

## **2.8. EVALUACIONES**

### **2.8.1. Evaluación del porcentaje infección población de hongos entomopatógenos**

La evaluación determinó mediante porcentaje de mortalidad de larvas *Gallería mellonella* aislado con técnica insecto trampa, los cultivos en taperes fueron evaluados a los 7 y 15 días de instalado anotando el número larvas muertas de *Gallería mellonella*, como se muestra en el anexo N° 6 y 7. La siguiente formula mencionada por (SENASA 2014) citado por (Requejo 2019).

$$\text{Porcentaje de mortalidad} = \frac{P_i - P_f}{P_i} \times 100$$

Dónde:

P<sub>i</sub> = Población inicial

P<sub>f</sub> = Población final

### **2.8.2. Determinación de la población de hongos entomopatógenos**

Para determinar población de hongos entomopatógenos se realizó observaciones macroscópica y microscópica

### **2.8.3. Caracterización macroscópica de colonias de hongos entomopatógenos**

La caracterización macroscópica de hongos entomopatógenos se ha realizado considerando lo siguiente:

- Pigmentación (anverso y reverso)
- Aspecto
- Forma
- Superficie

### **2.8.4. Caracterización microscópica de hongos entomopatógenos**

Para determinar las características microscópicas se ha evaluado los siguientes parámetros:

- Hifas (septa, y color)
- Conidióforo
- Conidias (forma, color)
- Fiálides
- Raquis

### 2.8.5. Velocidad de crecimiento en medio PDA de la cepa aislada

El parámetro principal es tasa de crecimiento, para cual se realiza línea horizontal en parte inferior de la placa como guía para tomar medidas de aquellas cepas que tenían crecimiento amorfo midiendo el largo y ancho de la colonia. Las mediciones se realizaron cada siete y quince días, con la siguiente formula mencionada por (Pineda, Soto, Santiago, Ponce y Reyes, 2015).

$$V = \left(\frac{mm}{d}\right) = x(mm)/t(d)$$

Dónde:

V = Velocidad de crecimiento

X= Tiempo de crecimiento

## 2.9. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El ensayo se realizó en un diseño completamente al azar con 14 tratamientos por agroecosistema y 3 repeticiones. Para comparar los resultados obtenidos, se realizó (ANVA) con un intervalo de confianza del 95%, cuando se alcanzó una diferencia significativa entre tratamientos, se realizó una prueba de medias mediante el método de Tukey para comparación de medias ( $p < 0,05$ ).

El modelo aditivo lineal utilizado en este experimento es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y<sub>ij</sub>: Variable de respuesta

$\mu$ : media de la población

$\tau$  : efecto terapéutico

$\varepsilon$ : error experimental

### 2.9.1. Índice de diversidad de Shannon - Weaver

Cambios de rasgos cualitativos en hongos entomopatógenos medidos utilizando el índice de diversidad de Shannon-Weaver.

$$H^+ = \sum_{i=1}^n p_i (\log_2 p_i) / \log_2 n$$

Donde

$p_i$  = frecuencia de estado por descriptor

$n$  = número de estados.

El Índice de Diversidad de Shannon-Weaver presenta rango de valores 0 a 1, donde 0 significa sin diversidad y 1 significa máxima. (Siopongco *et al.*, 1999, mencionado por Pacheco, 2015).

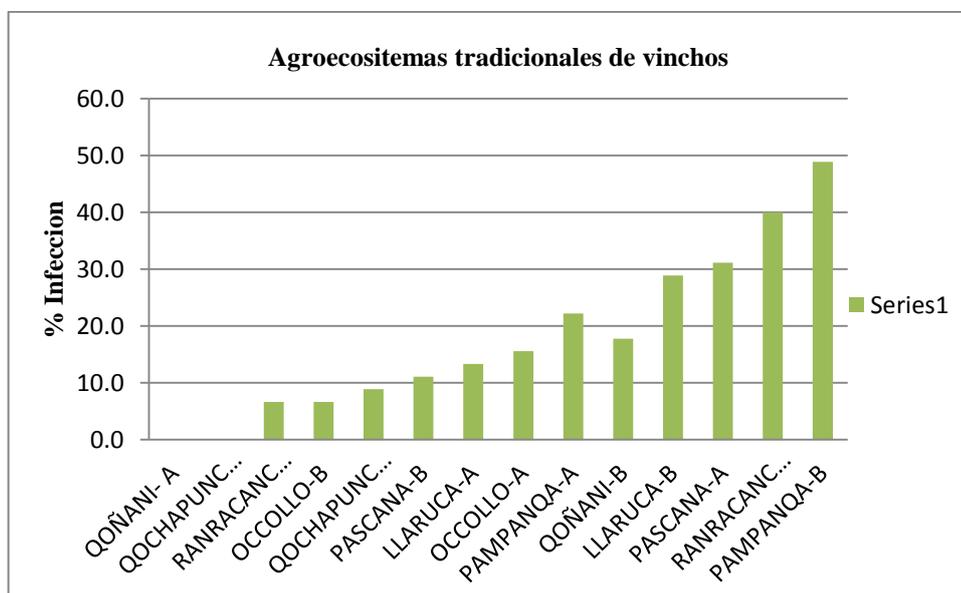
### CAPÍTULO III

#### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. PORCENTAJE DE INFECCIÓN DE LA POBLACIÓN DE HONGOS ENTOMOPATÓGENOS EN AGROECOSISTEMA TRADICIONAL DE VINCHOS

##### 3.1.1. Porcentaje de infección de población de hongos entomopatógenos a los siete días

El porcentaje infección de hongos entomopatógenos en suelos agroecosistema tradicional de Vinchos fueron de 40% y 48%, en los agroecosistemas de Ranracancha – A, Pampanqa- B, respectivamente como se observa en la figura 3.1.



**Figura 3.1.** Porcentaje de infección de la población de hongos entomopatógenos en agroecosistema tradicional de Vinchos a los 7 días

Los resultados en figura 3.1, indican que la infección de la población de hongos entomopatógenos presentó mayores porcentajes en Pampanqa- B y Ranracancha-A. Esto demuestra que existe mayor población de hongos en entomopatógenos en estos

agroecosistemas a comparación Qoñani y Qochapunco que no muestran porcentaje de infección alguna a los 7 días de evaluado.

**Tabla 3.1.** Prueba de Tukey; Porcentaje de infección de hongos entomopatógenos a los 7 días en suelos de agroecosistema tradicional de Vinchos

Muestra de Suelos	Porcentaje de Larvas vivas	Porcentaje infección (Larva muerta)	Velocidad de acción nm/día	Tukey 0.05	
QOÑANI- A	100.00	0.00	0.000	a	
QOCHAPUNCO-B	100.00	0.00	0.000	a	
RANRACANCHA-B	93.33	6.67	0.143	a	b
OCCOLLO-B	93.33	6.67	0.143	a	b
QOCHAPUNCO-A	91.11	8.89	0.190	a	b
PASCANA-B	88.89	11.11	0.238	a	b
LLARUCA-A	86.67	13.33	0.286	a	b
OCCOLLO-A	84.44	15.56	0.333	a	b
PAMPANQA-A	77.78	22.22	0.476	a	b
QOÑANI-B	82.22	17.78	0.381	a	b
LLARUCA-B	71.11	28.89	0.619	a	b
PASCANA-A	68.89	31.11	0.667	a	b
RANRACANCHA-A	60.00	40.00	0.857	a	b
PAMPANQA-B	51.11	48.89	1.048		b

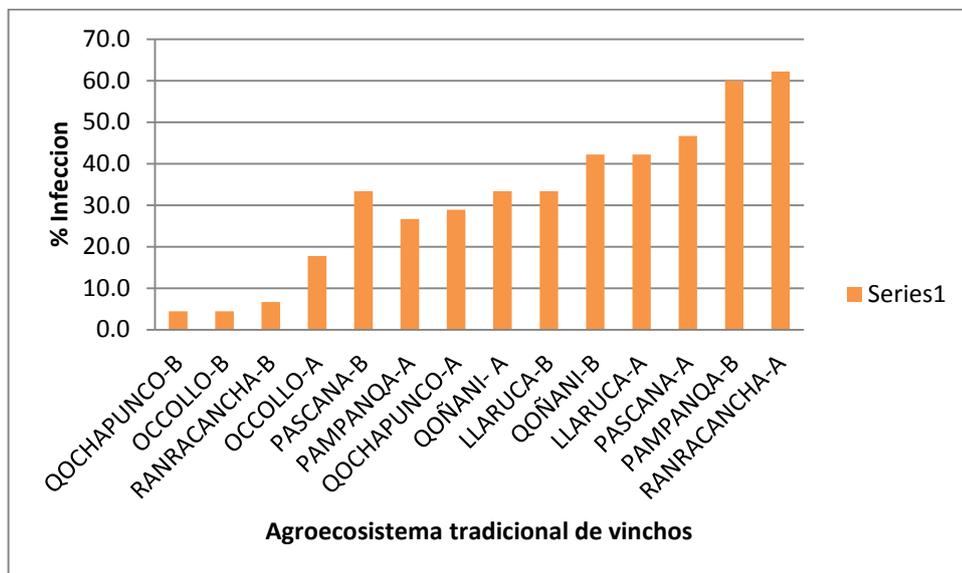
En la tabla 3.1, muestra prueba de Tukey porcentaje de infección crecimiento y velocidad de infección de la población de hongos entomopatógenos a los 7 días de instalado. Se observa que el mayor porcentaje de infección con valores de 48.89% y una velocidad de acción de 1.048 número de muertos por día (nm/día). Mientras los tratamientos de Qoñani-A y Qochapunco- B presentaron 0% de infección, entre los tratamientos no se encontró ninguna diferencia.

Los resultados obtenidos a los siete coinciden con lo referido por Bustillos (2012) donde menciona que a los 7 días de instalados se muestran la mortalidad del insecto *Gallería mellonella*. Por la infección de hongos entomopatógenos existentes en las muestras de suelos.

Del mismo modo Hanco (2017) menciona que mortalidad de larvas *Gallería mellonella* se muestra a partir del tercer a quinto día que produce el porcentaje de mortalidad e infección de 15% a 85%, respectivamente.

### 3.1.2. Porcentaje de infección de población de hongos entomopatógenos a los quince días

El porcentaje infección de hongos entomopatógenos en suelos de agroecosistema tradicional de Vinchos fue de 60% y 62%, en los agroecosistemas de Ranracancha – A, Pampanqa- B, respectivamente; seguido de los tratamientos Pascana-A, Llaruca-A, Ccoñani- B, en las que se obtiene entre 40 a 50% de infección como se observa en la grafico 3.2.



**Figura 3.2.** Porcentaje de infección de la población de hongos entomopatógenos en agroecosistema tradicional de Vinchos a los 15 días

Los resultados en figura 3.2, indican que la infección de la población de hongos entomopatógenos presentó mayores porcentajes en Ranracancha -A y Pampanqa-B. Esto demuestra que existe mayor población de hongos entomopatógenos en estos agroecosistema a comparación de Qochapunco-B y Occollo-B que muestran menor porcentaje de infección a los 15 días de evaluado.



**Figura 3.3.** Desarrollo fúngico de hongos entomopatógenos evaluado a los 15 días

**Tabla 3.2.** Prueba de Tukey; Infección población de hongos entomopatógenos a los quince días de instalado en agroecosistema tradicional de Vinchos

Muestras de suelos	Porcentaje de Larvas vivas	Porcentaje de infección (Larva muerta)	Velocidad de acción nm/día	Tukey 0.05	
QOCHAPUNCO-B	95.556	4.444	0.044	a	
OCCOLLO-B	95.556	4.444	0.044	a	
RANRACANCHA-B	93.333	6.667	0.067	a	
OCCOLLO-A	82.222	17.778	0.178	a	b
PASCANA-B	66.667	33.333	0.333	a	b
PAMPANQA-A	73.333	26.667	0.267	a	b
QOCHAPUNCO-A	71.111	28.889	0.289	a	b
QOÑANI- A	66.667	33.333	0.333	a	b
LLARUCA-B	66.667	33.333	0.333	a	b
QOÑANI-B	57.778	42.222	0.422	a	b
LLARUCA-A	57.778	42.222	0.422	a	b
PASCANA-A	53.333	46.667	0.467	a	b
PAMPANQA-B	40.000	60.000	0.600		b
RANRACANCHA-A	37.778	62.222	0.622		b

En tabla 3.2 muestra prueba de Tukey de infección de la población de hongos entomopatógenos a los 15 días. Los mayores valores de porcentaje de infección se encontró en los tratamientos RanracanCHA-A con valores de 62.22% y una velocidad de acción de 0.622 (nm/día) y Pampanqa – B con 60% de infección y con una velocidad de

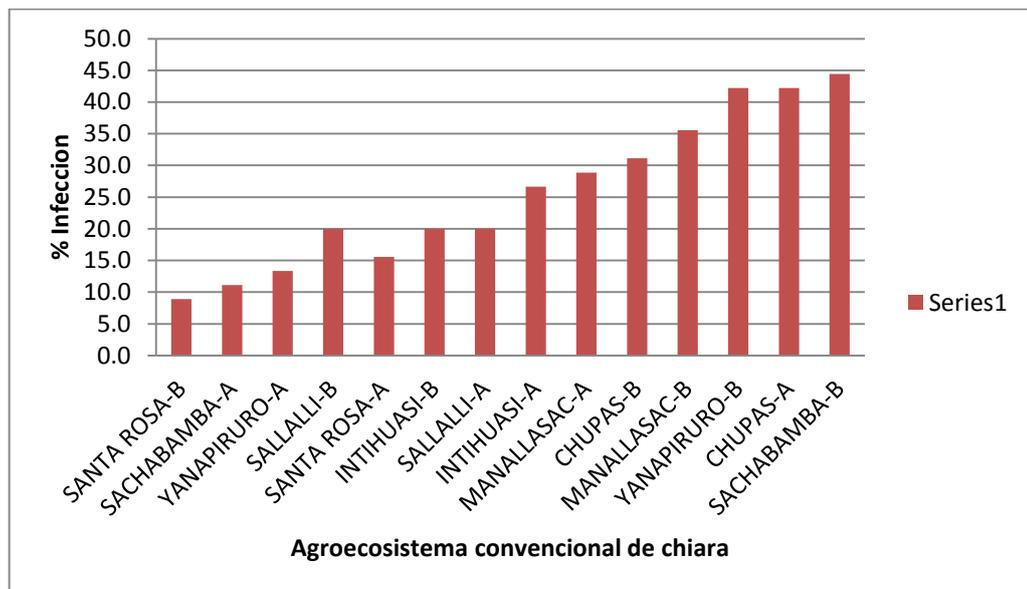
acción de 0.60 nm/día ambos tratamientos superan significativamente a otros tratamientos Occollo - B y Qochapunco – B, presentaron valores solo de 4.44% y su velocidad de acción 0.044 nm/día entre otros no hay diferencia estadística.

Estos resultados coinciden con lo referido por Luis Alberto Gaxiola (2015) donde obtiene 13%, 17%, 68% del porcentaje de infección por ello menciona que las larvas de *Gallería mellonella* se utilizan para aislar hongos entomopatógenos del suelo porque es especie muy susceptible. Del mismo modo Hanco (2017) menciona que la mortalidad de larvas *Gallería mellonella* después de los 10 días se tienen mejores porcentajes de mortalidad por encima de 65 y 75% de mortalidad.

### 3.2. PORCENTAJE DE INFECCIÓN DE LA POBLACIÓN DE HONGOS ENTOMOPATÓGENOS EN AGROECOSISTEMA CONVENCIONAL DE CHIARA

#### 3.2.1. Porcentaje de infección de población de hongos entomopatógenos a los siete días

El porcentaje infección de hongos entomopatógenos en suelos agroecosistema tradicional de Chiara fueron de 42.2% y 44.4% en los agroecosistemas de Sachabamba-B, Chupas- A y Yanapiruro- B, respectivamente como se observa en la figura 3.3.



**Figura 3.4.** Porcentaje de infección de la población de hongos entomopatógenos en agroecosistema convencional de Chiara

Los resultados en figura 3.4; Porcentaje de infección de la población de hongos entomopatógenos presentaron mayor porcentaje en Sachabamba- B, Chupas- A y Yanapiruro- B. Esto demuestra que existe mayor presencia de población de hongos entomopatógenos en estos agroecosistemas a comparación Santa Rosa-B y Sachabamba- A; quienes muestran menores porcentajes de infección a los 7 días de evaluado.

**Tabla 3.3.** Prueba de Tukey; Porcentaje de infección de la población de hongos entomopatógenos a los siete días en suelos de agroecosistema convencional de Chiara

Muestras de suelos	porcentaje de Larvas vivas	Porcentaje de infección (Larvas muertas)	Velocidad de acción nm/día	Tukey 0.05	
SANTA ROSA-B	91.111	8.889	0.190	a	
SACHABAMBA-A	88.889	11.111	0.238	a	b
YANAPIRURO-A	86.667	13.333	0.286	a	b
SALLALLI-B	80.000	20.000	0.429	a	b
SANTA ROSA-A	84.444	15.556	0.333	a	b
INTIHUASI-B	80.000	20.000	0.429	a	b
SALLALLI-A	80.000	20.000	0.429	a	b
INTIHUASI-A	73.333	26.667	0.571	a	b
MANALLASAC-A	71.111	28.889	0.619	a	b
CHUPAS-B	68.889	31.111	0.667	a	b
MANALLASAC-B	64.444	35.556	0.762	a	b
YANAPIRURO-B	57.778	42.222	0.905	a	b
CHUPAS-A	57.778	42.222	0.905	a	b
SACHABAMBA-B	55.556	44.444	0.952		b

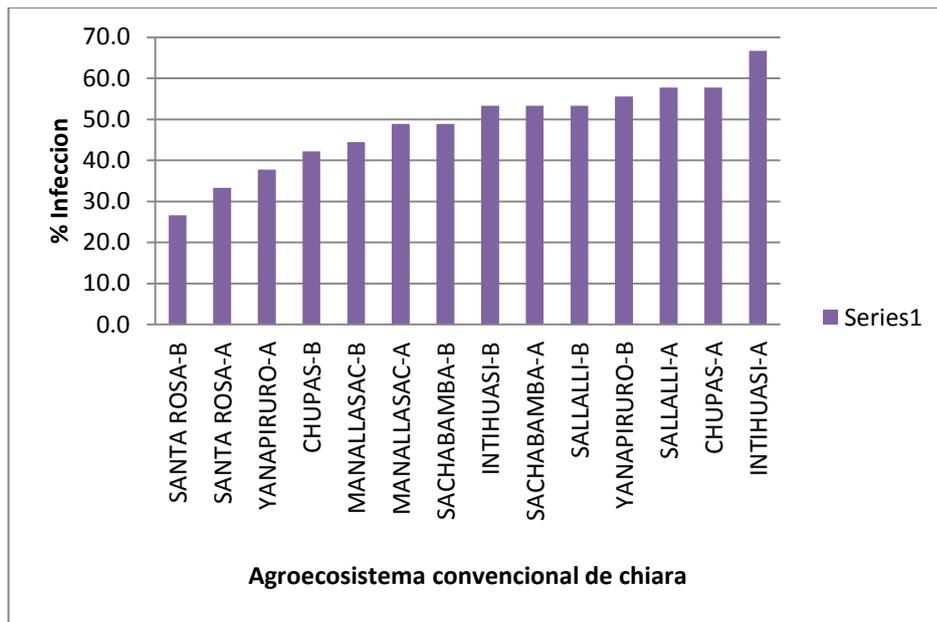
En tabla 3.3. muestra prueba de Tukey de infección de población de hongos entomopatógenos a los 7 días. El mayor valor de infección se encontró en el tratamiento Sachabamba- B con valor de 44.44% y una velocidad de acción de 0.952 nm/día; este tratamiento presenta diferencia estadística respecto al resto de tratamientos mientras Santa Rosa-B presenta menor porcentaje de infección entre los tratamientos no muestran diferencia estadística, sólo existe diferencia numérica.

Estos resultados coinciden con lo referido por Hernández (2011) donde menciona que a los 7 días de instalados se muestran la mortalidad de hongos entomopatógenos existentes en el suelo por encima de 13% de mortalidad.

Del mismo modo Hanco (2017) menciona que la incidencia de muerte de larvas de *Gallería mellonella* se muestra a partir del tercer a quinto día que produce el porcentaje de mortalidad de 15% a 85%, respectivamente.

### 3.2.2. Porcentaje de infección de población de hongos entomopatógenos a los quince días

El porcentaje infección de hongos entomopatógenos en suelos agroecosistema convencional de Chiara fueron 57.8% y 66.7%, en los agroecosistemas de Intihuasi- A y Chupas- A respectivamente como se observa en la grafico 3.5.



**Figura 3.5.** Porcentaje de infección de la población de hongos entomopatógenos en agroecosistema convencional de Chiara a los 15 días

Los resultados en figura 3.5, indican que la infección de la población de hongos entomopatógenos presentaron mayor porcentaje de infección en Chupas- A y Intihuasi- A, esto demuestra que existe mayor población de hongos entomopatógenos en estos agroecosistemas a comparación de Santa Rosa-B y Santa Rosa-A que muestran porcentaje de infección menores.



**Figura 3.6.** Desarrollo fúngico de hongos entomopatógenos evaluado a los 15 días

**Tabla 3.4.** Prueba de Tukey; Infección de la población de hongos entomopatógenos a los quince días de instalado ensuelos de agroecosistema Convencional de Chiara

Muestras de suelos	Porcentaje de Larvas vivas	Porcentaje de infección de (Larvas muertas)	Velocidad de acción nm/día	Tukey 0.05
SANTA ROSA-B	73.333	26.667	0.267	a
SANTA ROSA-A	66.667	33.333	0.333	a
YANAPIRURO-A	62.222	37.778	0.378	a
CHUPAS-B	57.778	42.222	0.422	a
MANALLASAC-B	55.556	44.444	0.444	a
MANALLASAC-A	51.111	48.889	0.489	a
SACHABAMBA-B	51.111	48.889	0.489	a
INTIHUASI-B	46.667	53.333	0.533	a
SACHABAMBA-A	46.667	53.333	0.533	a
SALLALLI-B	46.667	53.333	0.533	a
YANAPIRURO-B	44.444	55.556	0.556	a
SALLALLI-A	42.222	57.778	0.578	a
CHUPAS-A	42.222	57.778	0.578	a
INTIHUASI-A	33.333	66.667	0.667	a

En tabla 3.4 muestra prueba de Tukey de la infección de la población de hongos entomopatógenos a los 15 días. El mayor valor de mortalidad se encontró en los tratamientos Intihuasi- A con valores de 66.66% y una velocidad de acción de 0.667

nm/día; seguido por el tratamiento de Chupas-A y Sallalli-A con 57.667% y su velocidad de acción de 0.578 nm/día. Sin embargo estos tratamientos antes mencionados no presentaron diferencia estadística significativa respecto al resto de los tratamientos, solo hay diferencia numérica, siendo los que tuvieron menor porcentaje de infección en Santa Rosa- B y Santa Rosa-A.

Estos resultados incluso superan con lo referido por Corallo (2016) donde menciona que a los 15 días de instalados se muestran la incidencia de hongos entomopatógenos y su desarrollo fúngico, por encima del 12.9 %.

Del mismo modo Tineo (2019) Se observaron diferencias significativas en el momento de la muerte, ya que los patógenos de los insectos se multiplicaron más y sus efectos patógenos se volvieron más agresivos; por lo tanto, la activación de los mecanismos de defensa de los insectos se redujo a partir del día diez.

### 3.2.3. Análisis de varianza infección de la población de hongos entomopatógenos en agroecosistemas de Vinchos y Chiara aislados con técnica insecto trampa

**Tabla 3.6.** Análisis del porcentaje de infección de la población de hongos entomopatógenos en agroecosistemas de Vinchos y Chiara

F.V	GL	S.C.	C.M.	Fc	Pr > Fc
Tratamiento	55	9.739	0.177	4.08	<.0001
Suelo en 7 / Vinchos	13	2.101	0.162	3.72	<.0001
Suelo en 15 / Vinchos	13	2.624	0.202	4.65	<.0001
Suelo en 7 / Chiara	13	0.996	0.077	1.77	0.0573
Suelo en 15 / Chiara	13	0.666	0.051	1.18	0.3030
Suelo en 7 vs Suelo en 15 / Vinchos	1	0.639	0.639	14.72	0.0002
Suelo en 7 vs Suelo en 15 / Chiara	1	1.436	1.436	33.07	<.0001
Vinchos vs Chiara	1	1.278	1.278	29.43	<.0001
Error	112	4.862	0.043		
Total	167	14.601			

CV (%) = 20.317

En la tabla 3.6; análisis del porcentaje infección en la población de hongos entomopatógenos, tratados con 14 suelos por cada agroecosistema, Existen diferencias

muy significativas en el origen del tratamiento de la mutación, suelo en 7 / Vinchos, suelo en 15 / Vinchos, suelo en 7 vs suelo en 15 / Vinchos, suelo en 7 vs Suelo en 15 / Chiara y Vinchos vs Chiara, en el caso de la fuente suelo en 7 / Chiara fue significativo y suelo en 15 / Chiara fue no significativo, en los casos donde se encontró diferencias, procedió un análisis prueba de Tukey. El coeficiente de variación con datos transformados resultó de 20.317 % el cual es aceptable.

### **3.3. POBLACIÓN DE HONGOS ENTOMOPATÓGENOS**

#### **3.3.1. Identificación de poblaciones hongos entomopatógenos en agroecosistema tradicional de Vinchos y agroecosistema convencional de Chiara**

Utilizando las palabras clave de Barnett H. L. y Hunter, B. B. 1998, todos los aislados de hongos entomopatógenos pueden identificarse a nivel macroscópico y microscópico en función de su estructura, Se identificaron las especies *Beauveria bassiana*, *Beauveria brongniartii*, *Beauveria* sp, *Hirsutella* sp, *Lecanicillium* sp, *Paecilomyces* sp, *Pochonia* sp, *Verticillium* sp. Como se detalla cada una de sus características en el Anexo 2.

#### **3.3.2. Especies de hongos entomopatógenos aislados en suelos de agroecosistema tradicional de Vinchos**

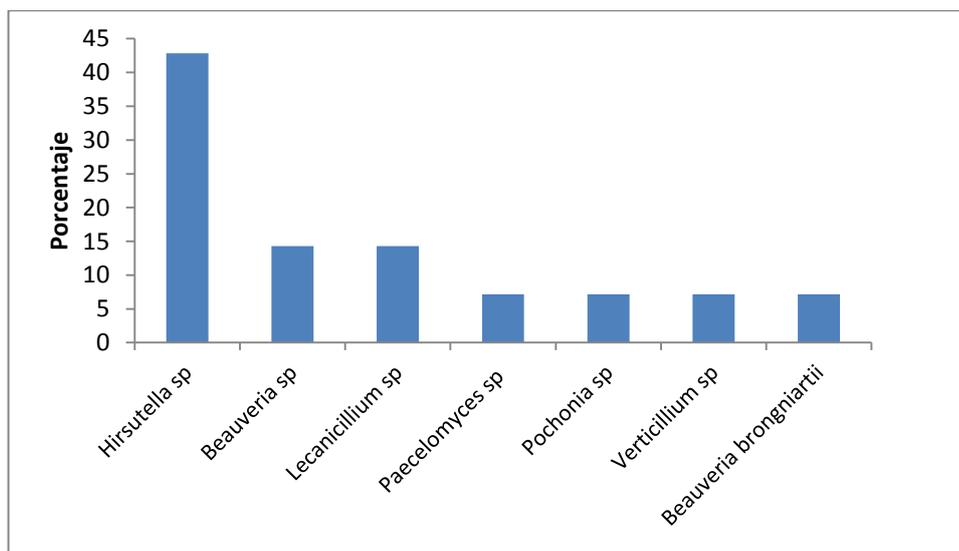
Los 07 hongos entomopatógenos aislados del suelo fueron aislados y purificados mediante la tecnología tradicional de captura de insectos del agroecosistema bígaro, las esporas aisladas tenían la morfología típica de *Lecanicillium*, *Hirsutella* sp, *Beauveria* sp y *Pochonia Beauveria bassiana*. en la tabla 3.7.

**Tabla 3.7.** Especies de hongos entomopatógenos aislados en suelos de agroecosistema tradicional de Vinchos

Código	Especie
39	<i>Lecanicillium</i>
40/I	<i>Hirsutella</i> sp
40/II/B	<i>Hirsutella</i> sp
42	<i>Beauveria</i> sp
43/III	<i>Verticillium</i> sp
45	<i>Paecilomyces</i> sp
48/I	<i>Beauveria</i> sp
48/I/A	<i>Pochonia</i> sp
48/II/B	<i>Beauveria</i> sp
49/II	<i>Beauveria bassiana</i>
49/III	<i>Beauveria bassiana</i>
50	<i>Beauveria</i> sp
52/III	<i>Beauveria</i> sp
52/III/B	<i>Beauveria</i> sp

Estos aislamientos se pueden lograr mediante técnicas de captura de insectos utilizando larvas de *Gallería mellonella*, una especie susceptible a la infección por cualquier tipo de hongo entomopatógeno.

Archuelta (2012), García (2011) Utilizaron las larvas de *Galleria mellonella* como insecto trampa porque es eficaz para aislar hongos entomopatógenos.



**Figura 3.7.** Población de hongos entomopatógenos aislados en agroecosistema de Vinchos

En la figura 3.8. Podemos observar que en el agroecosistema tradicional de Vinchos se pudo aislar siete especies de hongos entomopatógenos como: *Hirsutella* sp, *Beauveria* sp, *Lecanicillium* sp, *Paecilomyces* sp, *Pochonia* sp, *Beauveria brongniartii*, determinando 14 aislamientos de la población de hongos entomopatógenos.

Huerta (2018) Determinación de unidades de infección incrementadas de hongos entomopatógenos en parcelas menos labradas en la práctica agrícola.

**Tabla 3.8.** Análisis de incidencia de poblaciones de hongos entomopatógenos en suelos de agroecosistema de Vinchos

Especie	Vinchos		Índice Shannon - Weaber
	Frecuencia	Porcentaje	
<i>Beauveria bassiana</i>	2	14	0.13
<i>Beauveria brongniartii</i>	0	0	0.00
<i>Beauveria</i> sp	6	43	0.17
<i>Hirsutella</i> sp	2	14	0.13
<i>Lecanicillium</i> sp	1	7	0.09
<i>Paecilomyces</i> sp	1	7	0.09
<i>Pochonia</i> sp	1	7	0.09
<i>Beauveria</i> sp	1	7	0.09
<b>TOTAL</b>	14	100	0.80

En el agroecosistema tradicional de Vinchos fueron diferentes estadísticamente en el aislamiento de hongos entomopatógenos, la mayor frecuencia y porcentaje fue de *Beauveria* sp en 6 y 43% respectivamente, *Beauveria bassiana* en 2 y 14%, *Hirsutella* sp 2 y 14%, *Lecanicillium* sp, *Paecilomyces* sp, *Pochonia* sp, *Verticillium* sp 7%.

Hernández (2011); Mediante la técnica de captura de larvas de insectos *G. mellonella*, se aislaron 48 hongos entomopatógenos, correspondientes al 63% de *Metarhizium anisopliae*, el 31% de *Beauveria bassiana* y el 6% de *Paecilomyces*.

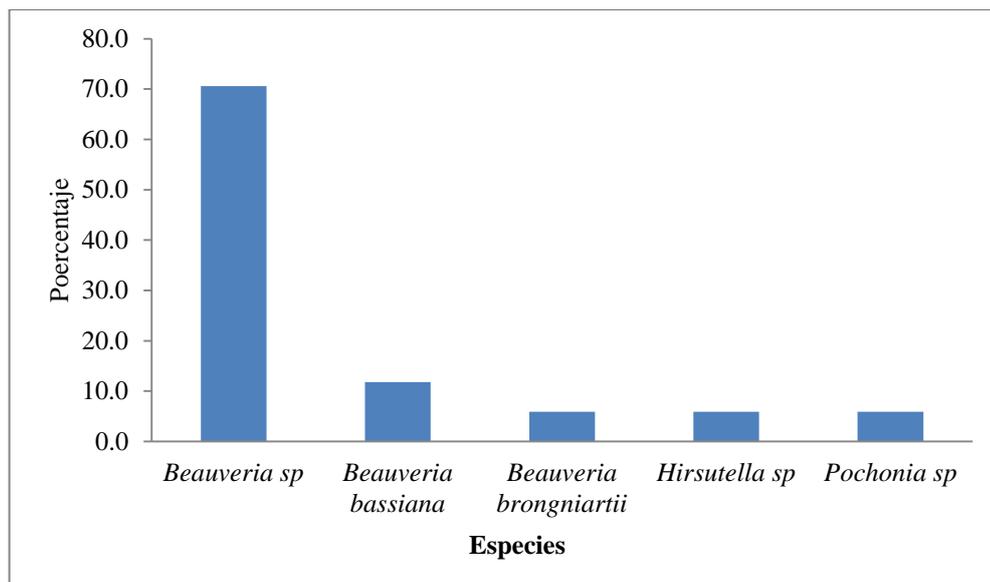
Del mismo modo Gonzales (2007) menciona que 180 larvas tuvieron infestación y esporulación por hongos *Beauveria* sp, el 43%, *Paecilomyces* sp 10%, *Hirsutella* 15% también se observó que el 23% de las larvas puparon antes de morir por lo que no se les detectó ninguna patología.

### 3.3.3. Especies de hongos entomopatógenos aislados en suelos de agroecosistema convencional de Chiara

Cinco hongos entomopatógenos fueron aislados y purificados del suelo del ecosistema agrícola convencional de Chiara, como se muestra en el gráfico. 3.9.

**Tabla 3.9.** Especies de hongos entomopatógenos aislados en suelos de agroecosistema convencional de Chiara

Código	Especie
53/I	<i>Beauveria</i> sp
53/II	<i>Beauveria bassiana</i>
54/I	<i>Beauveria</i> sp
54/II	<i>Beauveria</i> sp
55/I/B	<i>Beauveria</i> sp
55/II/A	<i>Hirsutella</i> sp
57	<i>Beauveria</i> sp
59	<i>Beauveria</i> sp
60/II	<i>Beauveria</i> sp
61/A	<i>Beauveria</i> sp
61/C	<i>Pochonia</i>
62/I	<i>Beauveria</i> sp
63/B	<i>Beauveria</i> sp
64/III	<i>Beauveria</i> sp
65/I/B	<i>Beauveria brongniartii</i>
65/III	<i>Beauveria bassiana</i>
66	<i>Beauveria</i> sp



**Figura 3.8.** Población de hongos entomopatógenos aislados en agroecosistema de Chiara

En el grafico 3.9. Podemos observar que en el agroecosistema convencional de Chiara se pudo aislar cinco especies de hongos entomopatógenos como: *Beauveria* sp *Beauveria bassiana*, *Beauveria brongniartii*, *Hirsutella*, *Pochonia* donde, *Beauveria* sp tiene mayor porcentaje de población de la especie *Beauveria* sp; sin embargo tiene menor diversidad de población de hongos entomopatógenos a comparación de la población de hongos entomopatógenos en agroecosistema tradicional de Vinchos.

Huerta (2018) Se determinó que existen más prácticas agrícolas de labranza, menor número de insectos patógenos, debido a las prácticas agrícolas en suelo, la exposición de conidios a la luz ultravioleta y las altas temperaturas, condiciones que afectan la supervivencia de estas estructuras.

**Tabla 3.10.** Análisis de la incidencia de poblaciones de hongos entomopatógenos en suelos de agroecosistema de Chiara

Especie	Chiara		Índice Shannon - Weaber
	Frecuencia	Porcentaje	
<i>Beauveria bassiana</i>	2	12	0.12
<i>Beauveria brongniartii</i>	1	6	0.08
<i>Beauveria</i> sp	12	71	0.12
<i>Hirsutella</i> sp	1	6	0.08
<i>Lecanicillium</i> sp	0	0	0.00
<i>Paecilomyces</i> sp	0	0	0.00
<i>Pochonia</i> sp	1	6	0.08
<i>Beauveria</i> sp	0	0	0.00
<b>TOTAL</b>	17	100	0.48

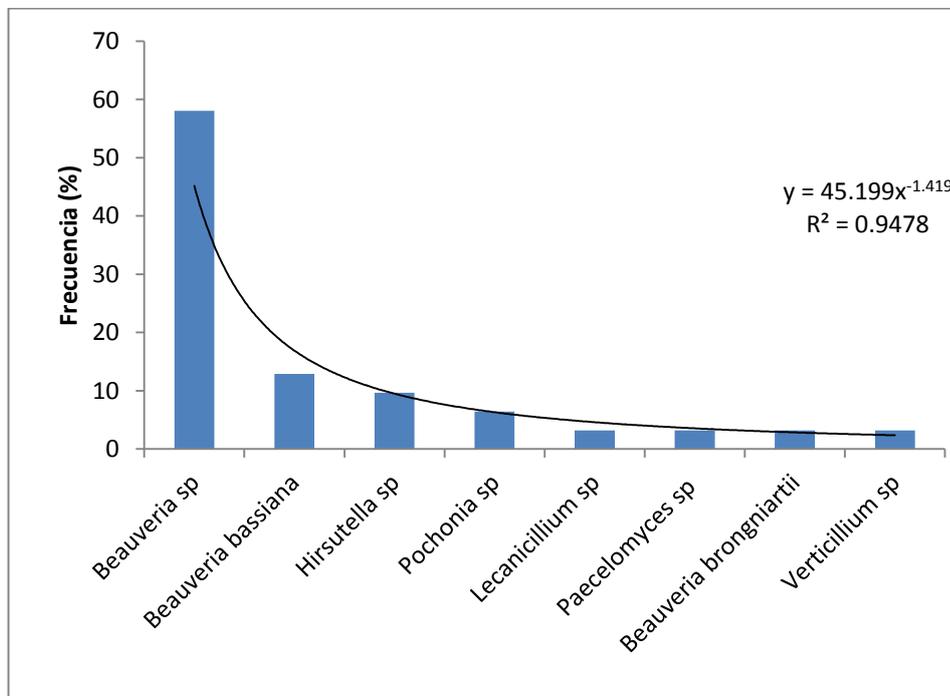
En el agroecosistema convencional de Chiara fueron diferentes estadísticamente en el aislamiento de hongos entomopatógenos, la frecuencia de incidencia fue, *Beauveria bassiana* 12%, *Beauveria brongniartii* 6%, *Beauveria* sp 71%, *Hirsutella* sp 6%, *Pochonia* sp 6% Teniendo mayores porcentajes de incidencia pero menor diversidad de especies como muestra en figura 3.8 y tabla 3,10.

Cruz (2016) Se ha informado que un hongo entomopatógeno, *Beauveria bassiana*, está aislado en gran medida de los suelos agrícolas convencionales.

Asimismo, Pérez (2004) mostró el porcentaje de infecciones fúngicas entomopatógenas según la zona de muestreo. Las especies *Beauveria bassiana*, *Verticillium wilt* y *Trichoderma* se determinaron para 80%, 60% y 30% de infección, respectivamente.

### 3.3.4. Frecuencia de colonización de especies encontradas de Agroecosistemas de Vinchos y Chiara

Se obtuvieron 8 géneros de hongos entomopatógenos en base a las observaciones de las características morfológicas, de los cuales pocos eran muy frecuentes y muchos géneros se encontraron en baja frecuencia. Los datos se ajustaron a una curva potencial como se muestra en la figura 3.10.



**Figura 3.9.** Frecuencia de ocurrencia de hongos entomopatógenos identificados en agroecosistemas de Vinchos y Chiara

**Tabla 3.11.** Análisis de Frecuencia de poblaciones de hongos entomopatógenos en agroecosistemas de Vinchos y Chiara

Especie	Total		Índice Shannon-Weaver
	Frecuencia (abundancia)	Porcentaje	
<i>Beauveria bassiana</i>	4	13	0.127
<i>Beauveria brongniartii</i>	1	3	0.053
<i>Beauveria sp</i>	18	58	0.152
<i>Hirsutella sp</i>	3	10	0.109
<i>Lecanicillium sp</i>	1	3	0.053
<i>Paecilomyces sp</i>	1	3	0.053
<i>Pochonia sp</i>	2	6	0.085
<i>Verticillium sp</i>	1	3	0.053
<b>TOTAL</b>	<b>31</b>	<b>100</b>	<b>0.686</b>

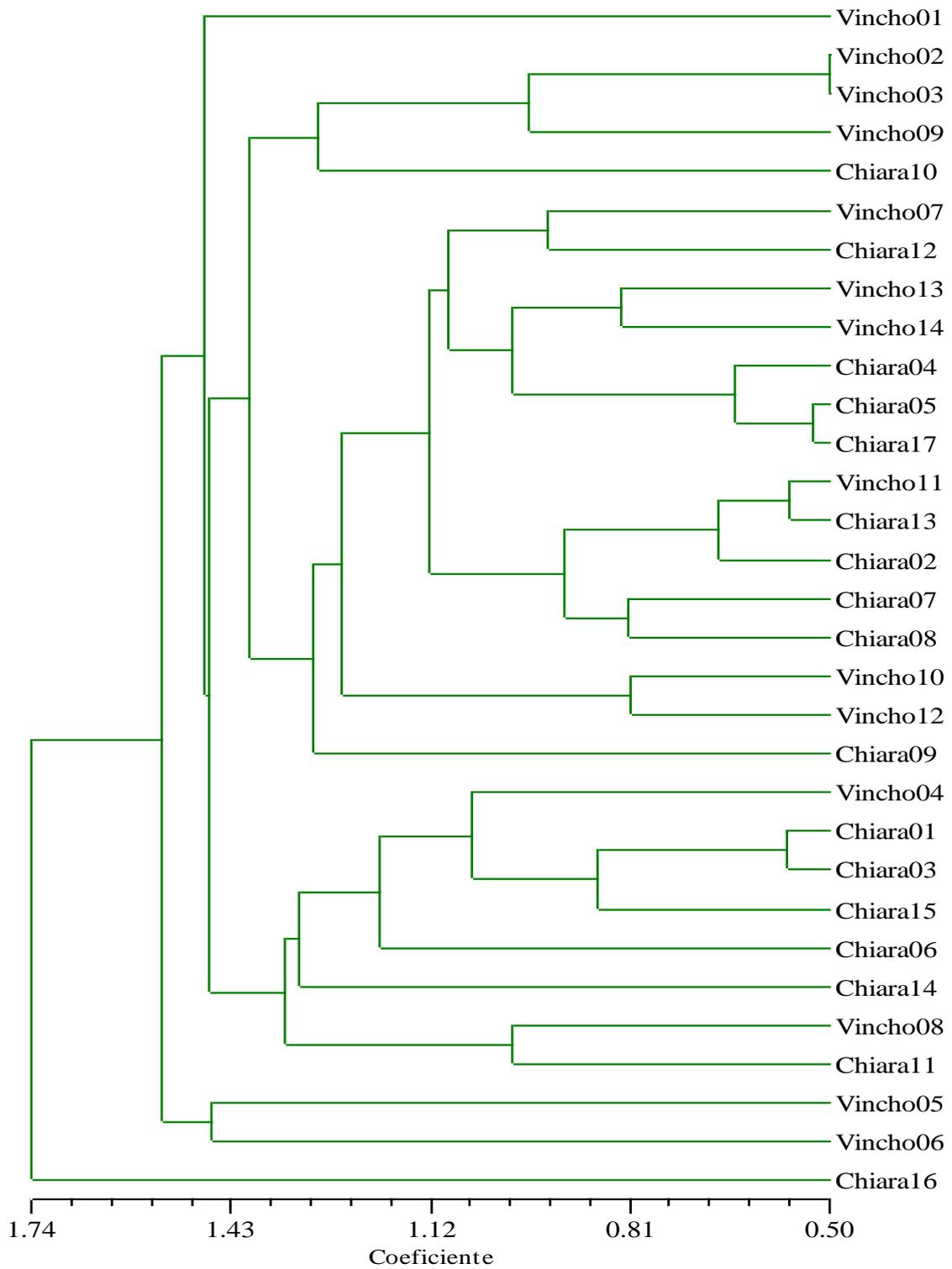
En la tabla 3.11. Se muestran la frecuencia, porcentaje y el índice de la población de hongos entomopatógenos de los agroecosistemas convencionales de Chiara y agroecosistemas tradicional de Vinchos, la frecuencia de poblaciones mayores en ambos Agroecosistemas fue, *Beauveria sp* 58%, *Beauveria bassiana* 13%, *Hirsutella sp* 10%, *Pochonia sp* 6%, *Beauveria brongniartii* 3%, *Verticillium*, *Paecilomyces sp*, *Lecanicillium* en un 3%.

Así mismo Pérez (2004) Se observó la frecuencia de ocurrencia de hongos entomopatógenos en el área de muestreo según el hospedero. Obtenga menos del 60 % en primer plano de *Beauveria bassiana*, *Verticillium wilt*, *Lecanicillium* menos del 6 % en suelo selvático.

### 3.3.5. Diagrama de agrupamiento de cepas aisladas en agroecosistemas de Vinchos y Chiara

En figura 3.11. muestra diagrama de agrupamiento (Jccard=0.95) donde el agroecosistema tradicional de Vinchos (04,07,09,12,13,14) y el agroecosistema convencional de Chiara (01,03,04,05,07,08,09,10,12,13,14,17) son los mayores aislamientos y pertenecen a *Beauveria sp* y no presentan diferencia significativa entre sí. Seguidamente Vinchos (10,11) y Chiara (12,16) pertenecen *Beauveria bassiana*, Vinchos (02,03) y Chiara 06 pertenecen a *Hirsutella sp*, y los menores aislamientos son

Chiara 11 y Vinchos 8 pertenecen a *Pochonia*, Vinchos 05 pertenece a *Verticillium*, Chiara 15 pertenece a *Beauveria brongniartii*.



**Figura 3.10.** Diagrama de agrupamiento de los distintos agroecosistemas según el número de hongos entomopatógenos de cada especie observada

**Tabla 3.12.** Especies de hongos entomopatógenos aislados de agroecosistema tradicional de Vinchos y convencional de Chiara – Ayacucho 2019

Código	Especie	Vinchos	Código	Especie	Chiara
39	<i>Lecanicillium</i>	Qoñani-A	53/I	<i>Beauveria sp</i>	Sachabamba-A
40/I	<i>Hirsutella sp</i>	Qoñani-B	53/II	<i>Beauveria bassiana</i>	Sachabamba-A
40/II/B	<i>Hirsutella sp</i>	Qoñani-B	54/I	<i>Beauveria sp</i>	Sachabamba-B
42	<i>Beauveria</i>	Qocapunco-B4	54/II	<i>Beauveria sp</i>	Sachabamba-B
43/III	<i>Verticillium</i>	Pascana-A	55/I/B	<i>Beauveria sp</i>	Santa Rosa-A
45	<i>Paecilomyces sp</i>	Occollo-A	55/II/A	<i>Hirsutella sp</i>	Santa Rosa-A
48/I	<i>Beauveria sp</i>	Lllaruca-B	57	<i>Beauveria sp</i>	Intihuasi-A
48/I/A	<i>Pochonia</i>	Lllaruca-B	59	<i>Beauveria sp</i>	Manallasac-A
48/II/B	<i>Beauveria sp</i>	Lllaruca-B	60/II	<i>Beauveria sp</i>	Manallasac-B
49/II	<i>Beauveria bassiana</i>	Ranracancha-A	61/A	<i>Beauveria sp</i>	Sallalli-A
49/III	<i>Beauveria bassiana</i>	Ranracancha-A	61/C	<i>Pochonia</i>	Sallalli-A
50	<i>Beauveria sp</i>	Ranracancha-B	62/I	<i>Beauveria sp</i>	Sallalli-B
52/III	<i>Beauveria sp</i>	Pampanqa-B	63/B	<i>Beauveria sp</i>	Yanapiruro-A
52/III/B	<i>Beauveria sp</i>	Pampanqa-B	64/III	<i>Beauveria sp</i>	Yanapiruro-B
			65/I/B	<i>Beauveria brongniartii</i>	Chupas-A
			65/III	<i>Beauveria bassiana</i>	Chupas-A
			66	<i>Beauveria sp</i>	Chupas-B

Se lograron aislar 31 cepas. Estas se identificaron a nivel macroscópica y microscópicamente. Como en tabla 3.13.

**Tabla 3.13.** Total de cepas aisladas en ambos agroecosistemas

Especie	cepas
<i>Beauveria bassiana</i>	4
<i>Beauveria brongniartii</i>	1
<i>Beauveria sp</i>	18
<i>Hirsutella sp</i>	3
<i>Lecanicillium sp</i>	1
<i>Paecilomyces sp</i>	1
<i>Pochonia sp</i>	2
<i>Verticillium sp</i>	1

Estos resultados se asemejan al trabajo de Corello (2016) quien reporta que logró aislar e identificar 24 hongos cepas de hongos entomopatógenos obteniendo 6 cepas pertenecientes al género *Beauveria*, 1 *Fusarium*, 3 *Isaria*, 8 *Lecanicillium*, 1 *Paecilomyces*, 2 *Pochonia*.

### 3.4. CRECIMIENTO

#### 3.4.1. Crecimiento de cepas de hongos entomopatógenos aislados de suelos de agroecosistema tradicional de Vinchos

En la tabla 3.14. Se presenta el crecimiento de las cepas aisladas a los siete días, donde se pudo observar que el crecimiento de *Lecaniccillum* fue de 2.65 cm y su velocidad de crecimiento fue de 0.379, siendo el valor más alto, seguido *Paecilomyces sp* 2.60 cm y su velocidad de crecimiento 0.371, *Pochonia* de 2.25cm y su velocidad de crecimiento 0.321, *Verticillium* de 2.0 cm y su velocidad de crecimiento de 0.286, *Hirsutella* de 1.9 cm y su velocidad de crecimiento 0.271, *Beauveria sp* 1.78 cm y su velocidad de crecimiento 0.272, *Beauveria bassiana* 1.70 cm y su velocidad de crecimiento 0.243.

**Tabla 3.14.** Crecimiento de cepa de hongos entomopatógenos en agroecosistema tradicional de Vinchos

Tratamientos	Especies	A los 7 días		A los 15 días	
		Diámetro cm	Velocidad de crecimiento	Diámetro cm	Velocidad de crecimiento
39	<i>Lecaniccillum</i>	2.65	0.379	6.50	0.433
40/I	<i>Hirsutella sp</i>	2.60	0.371	4.40	0.293
40/II/B	<i>Hirsutella sp</i>	1.20	0.171	3.75	0.250
42	<i>Beauveria</i>	2.70	0.386	2.70	0.177
43/III	<i>Verticillium</i>	2.00	0.286	4.55	0.303
45	<i>Paecilomyces sp</i>	2.60	0.371	3.60	0.240
48/I	<i>Beauveria sp</i>	2.15	0.307	4.30	0.287
48/I/A	<i>Pochonia</i>	2.25	0.321	3.60	0.240
48/II/B	<i>Beauveria sp</i>	1.90	0.271	2.80	0.187
49/II	<i>Beauveria bassiana</i>	1.75	0.250	3.90	0.260
49/III	<i>Beauveria bassiana</i>	1.65	0.236	3.90	0.260
50	<i>Beauveria sp</i>	1.25	0.179	2.60	0.173
52/III	<i>Beauveria sp</i>	1.50	0.214	4.25	0.283
52/III/B	<i>Beauveria sp</i>	1.20	0.171	3.80	0.253

Del mismo modo en tabla 3.14 muestra valores de crecimiento a los 15 días en agroecosistema tradicional de Vinchos. Determinando los valores altos a *Lecaniccillum* fue de 6.5 cm y su velocidad de crecimiento fue de 0.433, seguido de *Hirsutella* de 4.08 cm en promedio y su crecimiento 0.271, *Verticillium* de 4.55 cm y su velocidad de

crecimiento de 0.303, *Paecilomyces* sp y *Pochonia* de 3.60 cm y su velocidad de crecimiento 0.240, *Beauveria* sp 3.55 cm y su velocidad de crecimiento 0.237 *Beauveria bassiana* 3.90 cm y su velocidad de crecimiento 0.260.

### 3.4.2. Crecimiento de cepas de hongos entomopatógenos aislados en suelos de agroecosistema convencional de Chiara

En tabla 3.8 muestran crecimiento de *Beauveria* sp 2.2 cm y su velocidad de crecimiento 0.321, *Beauveria bassiana* 3.5cm y su velocidad de crecimiento 0.500, *Beauveria brongniati* 2.4cm y su velocidad de crecimiento 0.343, *Pochonia* 2.7 y su velocidad de crecimiento 0.379, *Hirsutella* 1.9 y su velocidad de crecimiento 0.271.

**Tabla 3.15.** Crecimiento de cepa de hongos entomopatógenos en suelos de agroecosistema convencional de Chiara

Tratamientos	Especies	A los 7 días		A los 15 días	
		Diámetro cm	Velocidad de crecimiento	Diámetro cm	Velocidad de crecimiento
53/I	<i>Beauveria</i> sp	1.75	0.250	5.25	0.350
53/II	<i>Beauveria bassiana</i>	2.40	0.343	5.80	0.387
54/I	<i>Beauveria</i> sp	1.90	0.271	3.25	0.217
54/II	<i>Beauveria</i> sp	1.90	0.271	3.55	0.237
55/I/B	<i>Beauveria</i> sp	1.95	0.279	3.75	0.250
55/II/A	<i>Hirsutella</i> sp	1.90	0.271	4.25	0.283
57	<i>Beauveria</i> sp	3.00	0.429	4.75	0.317
59	<i>Beauveria</i> sp	1.45	0.207	3.75	0.250
60/II	<i>Beauveria</i> sp	2.75	0.393	5.90	0.393
61/A	<i>Beauveria</i> sp	2.20	0.314	4.55	0.303
61/C	<i>Pochonia</i>	2.65	0.379	3.10	0.207
62/I	<i>Beauveria</i> sp	1.80	0.257	3.75	0.250
63/B	<i>Beauveria</i> sp	2.75	0.393	4.90	0.327
64/III	<i>Beauveria</i> sp	2.20	0.314	4.80	0.320
65/I/B	<i>Beauveria brongnatii</i>	2.40	0.343	3.75	0.250
65/III	<i>Beauveria bassiana</i>	3.50	0.500	4.15	0.277
66	<i>Beauveria</i> sp	3.00	0.429	4.00	0.267

Del mismo modo la evaluación realizada a los quince días se pudo observar que el crecimiento de *Beauveria* sp 4.4cm y su velocidad de crecimiento 0.290, *Beauveria*

*bassiana* 5 cm y su velocidad de crecimiento 0.332, *Beauveria brongniati* 3.8cm y su velocidad de crecimiento 0.250 *Pochonia* 3.1 y su velocidad de crecimiento 0.207, *Hirsutella* 4.3 y su velocidad de crecimiento 0.283.

Estos datos coinciden con Gonzales (2007) y García (2012) quienes reportan que *Beauveria*, *Paecilomyces*, *Hirsutella* tienen un crecimiento de 5cm, 1.7cm y 1.5cm respectivamente sembrados en medio PDA a los 15 días.

Del mismo modo Vela (2018) y Bustamante (2019) donde reporta que el crecimiento de *Beauveria* tiene una velocidad promedio de 0.64 cm a los 7 días y a los 15 días 5.00 cm, con una tasa de crecimiento diaria de 0.14 y 1.19 cm.

## CONCLUSIONES

1. En el agroecosistema de papa con manejo tradicional de Vinchos existe mayor diversidad de población de hongos entomopatógenos obteniéndose siete especies, (*Beauveria sp* 43%, *Beauveria bassiana* y *Hirsutella sp* 14% respectivamente, *Lecaniccillum sp*, *Paecilomyces sp*, *Pochonia sp*, *Verticillium sp* 7%).
2. En el agroecosistema de papa con manejo convencional de Chiara se obtuvo menor diversidad de población de hongos entomopatógenos, siendo cinco especies (*Beauveria sp* 71%, *Beauveria bassiana* 12%, *Beauveria brongniartii* 6%, *Hirsutella sp* 6%, *Pochonia sp* 6%).
3. La población de hongos entomopatógenos que tiene mayor porcentaje de infección es en el agroecosistema convencional de Chiara 37.14% a comparación del agroecosistema tradicional de Vinchos 24.76% de infección sobre larvas de *Gallería mellonella* a los quince días de evaluado.

## **RECOMENDACIONES**

1. Realizar trabajos similares para establecer diversidad de población de hongos entomopatógenos en distintos agroecosistemas de nuestra región.
2. En posteriores trabajos de investigación se deben realizar la evaluación de patogenicidad de cada uno de las cepas aisladas para realizar el control de plagas.
3. Para aislar hongos entomopatógenos con técnica insecto trampa uso de *Gallería mellonella* es adecuado debido a su alta susceptibilidad de infecciones de hongos entomopatógenos.

## REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS

- Acosta, J. (2006). Avaliação de Fungos Entomopatogênicos como controladores biológicos de *Scutigerella immaculata*. Pontifícia Universidade Javeriana. Faculdade de Ciências. Carreira de Microbiologia Agrícola e Veterinária. Bogotá.
- Acuña, O. (2006). A importância dos microrganismos na qualidade e solo saúde. pp: 222-233. No XVII Encontro da Associação Internacional para Cooperação em Pesquisa de Bananas Não-Caribenhas na América Tropical. 15 a 20 de outubro de 2017. Joinville, Santa Catarina, Brasil.
- Aguilera, S. (2016). Controle microbiano de *Bemisia tabaci* (mosca-branca) através do uso de fungos entomopatogênicos Faculdade de Ciências Exatas e Naturais. Universidade de Buenos Aires.
- Ainsworth, M. (1973). O desenvolvimento do apego mãe-bebê. Em B. Caldwell & H. Ricciuti (Eds.), Revisão da pesquisa de desenvolvimento infantil. Vol. 3. Chicago: University of Chicago Press.
- Alcalá, A. (1976). Biología e comportamento de *Premnotrypes suturicallus* Kuschel, p50.
- Alcazar, J., Kroschel, J. (2009). Barreiras plásticas controlam gorgulhos andinos da batata (*Premnotrypes* spp.): Testes em larga escala de eficácia, avaliação econômica e ecológica e percepção dos agricultores. In: 15th Triennial Symposium of the International Society for Tropical Root Crops (ISTRC). Lima, P. E. 3-8.
- Alean, C. (2003). Avaliação da patogenicidade de diferentes fungos entomopatogênicos para o controle da mosca-branca da mandioca *Aleurotrachelus social* Bondar (Homoptera: Aleyrodidae) em casa de vegetação. 107f. Trabalho de graduação (Microbiologista Agrícola e Veterinário) - Faculdade de Ciências Básicas, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá.
- Altieri, M. (2009). Reflexões sobre o estado da agricultura baseada em transgênicos e agrocombustíveis na América Latina, na América Latina, A transgênese de um continente, RALLTRAP-AL.
- Altieri, M., Nicholls, I. (2000). Agroecologia: Teoria e prática para uma agricultura sustentável. UNEP, México.

- Alves, S. (1998). Fungos entomopatogênicos. pág. 289-370. Em S. B. Alves (ed.) Controle microbiano de insetos. Fundação Luiz de Queiroz de Estudos Agrários (FEALQ), Piracicaba, São Paulo, Brasil.
- Amiri, B., Butt, T. (1999). Propriedades antifeedant de destruxinas e seu uso potencial com o fungo entomógeno *Metarhizium anisopliae* para melhor controle de pragas de crucíferas. *biocont. Sci. Technol.* 9:487-498.
- Apaza, G. (2015). Controle Biológico de *Nysius* sp. Dallas (Hemiptera: Lygaeidae) “Quinoa Bug” com cepas nativas de *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* e *Isaria fumosorosea* em condições de laboratório. Universidade Nacional de San Agustín de Arequipa. Arequipa, Peru.
- Archuleta, T., Garcia, G., & Gaxiola, C. (2012). Uso da *Galleria mellonella*. Para o isolamento de fungos entomopatogênicos de solos agrícolas em Sinaloa.
- Arguedas, M., Álvarez, E., & Bonilla, R. (2008). Eficácia do fungo entomopatogênico *Metharrizium anisopliae* no controle de *Boophilus microplus* (Acari: Ixodidae). *Costa Rica Agronomia* 32(2): 137-147.
- Asaf, A., Reyes, Y., Lopes, L., & De La Torre, M. (2006). Guerra entre insetos e microorganismos: uma estratégia natural para o controle de pragas. *Avanço e Perspectiva*, v. 21, pág. 291-295.
- Asencio, L., Carbonell, J., Lopez, J., & Lopez, L. (2003). Fungos entomofatogênicos de solos da província de Alicante. *Revista Espanhola de Pesquisa Agropecuária* 1(3): 37-45.
- Azevedo, J., Melo, I. (1998) Controle microbiano de insetos - pragas e seu melhoramento genético. In: Controle Biológico. Jaguariúna: Embrapa. Vol. 1, pág. 69-9.
- Batista, F. (1989). Controle biológico com manejo integrado de pragas. *biológico*, v. 55, pág. 36-39.
- Berlanga, P., Ayala, Z., Montesinos, M., & Rodrigues, R. (2016). Manual de Exploração para Coleta de Fungos Entomopatogênicos. Centro Nacional de Referência em Controle Biológico. Dirección General de Fitossanidade. SAGARPA. SENASICA. Tecoman, Colima, México.
- Boucias, D., Latgé, P. (1986). Adesão de fungos entomopatogênicos na cutícula do hospedeiro. Wageningen. Fundação da patologia internacional de invertebrados *coilochium*. pág. 432-433.
- Bunch, R. (2008). A gestão do solo vivo. *LEISA, Revista de Agroecologia*. 24(2): 5.

- Bustamante, E. (2019). Filogenia e delimitação de espécies no gênero entomopatogênico *Beauveria* (hypocreales, Ascomycota), incluindo a descrição de *B. Peruvinesis* sp.
- Bustillo, A. (2001). Fungos em insetos e possibilidades de uso no controle biológico de pragas na Colômbia. In: seminário Uso de entomopatógenos na Colômbia. Sociedade Colombiana de Entomologia. Bogotá, pág. 30-53.
- Bustillos, E. (2012). Seleção de fungos entomopatogênicos para controle de cigarrinhas (hemiptera: Cercopidae) de cana-de-açúcar na Colômbia, *Colombian journal of entomology* 38(2): 252-259.
- Cañedo, V., Ames, T. (2004). Manual de laboratório para o manejo de fungos entomopatogênicos. Centro Internacional da Batata (CIP). Lima Peru pp 35-40.
- Capello, G. (2011). Isolamento e caracterização morfológica dos fungos entomopatogênicos *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae*.
- Carbonero, P., Córdova, S. (2014). Isolamento de fungos entomopatogênicos de solos agrícolas de Ica e sua eficácia in vitro no controle de *Spodoptera frugiperda* San Luis Gonzaga Universidade Nacional de Ica – Peru.
- Carrillo, M., Branco, A. (2009). Potencial e alguns dos mecanismos de ação de Fungos Entomopatogênicos para o Controle de Insetos Pragas. Universidade de Guanajuato – México.
- CATIE. (2004). Controle biológico de pragas agrícolas. 1ed. Manágua Nicarágua. 232p.
- Cave, R. (1995). Manual para o ensino do controle biológico na América Latina. Editar. Zamorano, Honduras. 187 páginas.
- Chan, W. (2009). Caracterização fisiológica e molecular de *Paecilomyces fumosoroseus* (Wize) Brown & Smith e sua patogenicidade em estágios imaturos de *Bemisia tabaci* (Gennadius), Tese para obtenção do grau de Mestre em Horticultura, Instituto Conkal, México.
- Chandler, D., Hay, D., & Reid, A. (1997). Amostragem e ocorrência de fungos entomopatogênicos e nematóides em solos do Reino Unido. *Appl Solo Eco* 5:133–141.
- Charnley, A. (1984). Aspectos fisiológicos da patogênese em insetos por fungos: Uma revisão especulativa. Imprensa da Universidade de Cambridge.
- Corallo, B. (2016). Seleção e caracterização de fungos entomopatogênicos para controle de *Thaumastocoris peregrinus* em *Eucalyptus* spp.

- Country, M., Band, F. (1981). Depsipeptídeos de *Metarhizium anisopliae*. Fitoquímica 20:715-719pp.
- Cruz, A., Rincon, C. (2016). Isolamento e identificação molecular de cepas de fungos entomopatogênicos com atividade contra a lagarta do milho (*Spodoptera frugiperda*). Lepidoptera: Noctuidae, Universidade de Guanajuato, México.
- Delgado, P., Murcia, O. (2011). Fungos entomopatogênicos como alternativa para o controle biológico de pragas. Tabauté, Colômbia, Revista Meio Ambiente e Água, 6(2): 77-90.
- Deshpande, M., Ver, M. (1999). Produção por fermentação: potencial e desafios. Crítico. Rev. Microbiol, v.25, n.3, p.229-243:
- Devotto, L. (2000). "Fungos entomopatogênicos: uma alternativa para a obtenção de biopesticidas" em Informativo Agropecuario Bioleche N° 23, Chile.
- Díaz, P. (2016). Resposta da inoculação de micorrizas MVA em batata (*Solanum tuberosum*) no crescimento e nutrição de plantas inoculadas em casa de vegetação e em campo. Revista Latino-Americana da Batata. 1(1):84-103.
- Domsch, K., Gams, W. & Anderson, T. (1980). Compêndio de fungos do solo. Vol.2 Grã-Bretanha, Ltd. Acadêmico. Imprensa.
- Domsch, K., Gams, W., & Anderson, T. (1980). Compendium of solo fungi. Volume 1. Academic Press (Londres) Ltd.
- Egúsqüiza, R. (2000). A Batata, Produção, Transformação e Comercialização. CIMAGRAF S.R.L. Lima, Peru. 192 páginas.
- Falconí, F. (2009). Avaliação in vitro de fungos entomopatogênicos como agentes potenciais para o controle de *Dysdercus peruvianus* Guérin-Méneville 1831 (Hemiptera: Pirrhocoridae), praga da cultura do algodão. Tese de bacharelado, Universidade Nacional de San Marcos, Faculdade de Ciências Biológicas. Lima Peru. 116 páginas.
- Fan, Y. (2007). Aumento da virulência de insetos em cepas de *Beauveria bassiana* que superexpressam uma quitinase projetada. Microbiologia Aplicada e Ambiental 73:295-302.
- FAO. (2003). Resistência aos antiparasitários: situação atual com ênfase na América Latina. Roma: Divisão de Produção e Saúde Animal da FAO, 2003. p. 33-35.
- FAO. (2008). Manejo de pragas e doenças. Secretário do Ano Internacional da Batata. Ano Internacional da Batata comemorado em 2008. FAO. Roma. 90p.

- Fegan, M. (1993). Marcadores de DNA polimórficos amplificados ao acaso revelam um alto grau de diversidade genética no fungo entomopatogênico *Metarhizium anisopliae*. J. Gen. Microbiol. 129: 2075-2081.
- Ferron, P. (1981). Controle biológico de pragas de insetos por fungos entomopatogênicos revisão anual de entomologia.
- Garcia, C., Gonzales, N., & Bautista, T. (2011) Patogenicidade de isolados fúngicos entomopatogênicos contra *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) e *Epilachna variavestis* (Coleoptera: Coccinellidae). Colombian Journal of Entomology 37 (2): Garcia, M. A., Cappello G. S., Leshner G. J. M., Molina M. F. 2011. Isolamento e caracterização morfológica dos fungos entomopatogênicos *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae*. Health Horizon, 10(1), 21-28.
- Garcia, D. (2011). Efeito da adição de matéria orgânica na dinâmica populacional bacteriana do solo em culturas de batata e milho. Biología Peruana 18(3):355-360.
- Garcia, M., Cappello, J., & Leshner R. (2008). Fungos entomopatogênicos como alternativa no controle biológico.
- Giraldo, N., Cidade, R., André, F. (2013). Universidade Católica de Manizales Faculdade de Ciências da Saúde Bacteriologia Manizales – Caldas.
- Goettel, M., Eilenberg, J., & Glare, T. (2005). Fungos entomopatogênicos e seu papel na regulação de populações de insetos, In: Gilbert, L. I., K. Latrou e S. Gill, (eds.). Ciência Molecular Abrangente de Insetos. 6: 361-406.
- Gomez, H. (1999). Isolamento e identificação de fungos entomopatogênicos da mosca branca *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae) em Lima, Peru Peruvian Journal of Entomology 41: 83-86-113 p.
- Gómez, H., Zapata, A., Torres, E. & Soberanis, W. (2011). Manual de produção e uso de fungos entomopatogênicos. Lima, Peru: SCB-SENASA.
- Gonzales, C., Rodriguez, H., Amaya, & R., Ismael, R. (2016). Isolamento, Cultura e Identificação Morfológica e Molecular de Fungos Entomopatogênicos. XIV Congresso Nacional de Biotecnologia e Bioengenharia.
- Gonzales, M., Aguilar, C., & Rodriguez, R. (2012). Controle de pragas de insetos na agricultura usando fungos entomopatogênicos: desafios e perspectivas. Revista Científica da Universidade Autónoma de Coahuila. Volume 4, nº 8.

- Guillespie, A., Claydon, N. (1989). O uso de fungos entomógenos para controle de pragas e o papel das toxinas na patogênese. *Pesticidas Sci.*27:203-215.
- Hajek, A., Leger, E. (1994). Interações entre patógenos fúngicos e hospedeiros de insetos. *Revisão Anual Entomologia* 39: 293-322.
- Hanco, Q. (2017). Efetividade de três cepas de fungos entomopatogênicos da coleção de cepas do laboratório de entomologia e proteção de plantas, sobre a larva de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) em condições de laboratório de Arequipa.
- Hegedus, D., Khachatourians, G. (1995). O impacto da biotecnologia em agentes de biocontrole de insetos fúngicos hifomicetos. *Biotecnologia*. Av 13: 455-490.
- Hernández, V. (2011). Isolamento de fungos entomopatogênicos em solo e em galinhas-cegas (Coleoptera: Melolonthidae) em agroecossistemas de milho. *Lei Zoológica Mexicana*, 27(3): 591-599.
- Hidalgo, W., Roca, E., & Fernandez, N. (2012). Magnitude e impacto potencial da liberação de organismos geneticamente modificados e seus produtos comerciais: Casos de Algodão, Grãos de Leguminosas, Milho e Batata. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Lima Peru.  
<http://dx.doi.org/10.1080/10408419991299220>.
- Huerta, R. (2018). Presença de fungos entomopatogênicos nativos em solos cultivados com milho do município de Epitácio Huerta, Michoacán. Instituto de Pesquisa Agrícola e Florestal, Universidade de Michoacan.
- Humber, R. (1996). "Identificação de Fungal Entomopathogens". Em andamento de controle microbiano de insetos. EMBRAPA- Área de controle biológico, Brasília, Brasil.
- Inglis, G., Goettel, T., Butt, M., & Strasser, H. (2001). Uso de fungos hifomicetos para o manejo de pragas de insetos. *Fungos como Agentes de Biocontrole: avanços, problemas e potencialidades*.
- James, P., Kershaw, M., Reynolds, S., & Charneley, A. (1993). Inibição do locus do deserto (*Schistocerca gregaria*) secreção fluida malpigighian tubule por Destruxinas, toxinas peptidase cíclicas do fungo patogênico de insetos *Metarhizium anisopliae*. *J Insect Physiol.* 39:797-804.
- James, R., Lighthart, B. (1994). Suscetibilidade da joaninha convergente (Coleoptera: Coccinellidae) a quatro fungos entomopatogênicos. *Entomologia Ambiental*, v. 23, pág. 190-192.

- Keller, S., Kessler, P., & Schweizer, C. (2003). Distribuição de fungos de solo patogênicos de insetos na Suíça com referência especial a *Beauveria brongniartii* and *Metarhizium anisopliae*. *Biol. Controle*. 48(3):307-319.
- Kennedy, A., Smith, K. (1995). Diversidade microbiana do solo e a sustentabilidade do solo agrícola. *Solo da Planta* 170:75-86.
- Kershaw, M., Talbot, N. (1998). Hydrophobins and repellents. Proteínas com papéis fundamentais na morfogênese fúngica. *Genet fúngico*. *Biol.*23: 18-33-83.
- Khachatourians, G. (1991). Fisiologia e genética de fungos entomopatogênicos. In: ARORA, D. K.; AJELLO, L.; MUKERJI, K.G. (Eds.). *Manual de micologia aplicada*. Nova York: Dakker, 1991. p. 613-661. volume II: humanos, animais e insetos.
- Khachatourians, G. (1996). Bioquímica e biologia molecular de fungos entomopatogênicos. In: HOWARD, D. H.; MILLER, J. D. (Eds.). *A Micota*. Berlim: pág. 331-364. Vol. VI: relacionamento humano e animal.
- Kirk, P. (2008). *Ainsworth and Bisby's Dictionary of Fungi* (10<sup>a</sup> ed), CAB International, Reino Unido.
- Lacey, L., Fransen, J., Carruthers, R. (1996). Distribuição global de fungos naturais de Bemisia, suas biologias e uso como agentes de controle biológico. IN: Gerling D, Mayer R (eds) *Taxonomia, biologia, danos, controle e manejo*. Interceptor, Andover, pp 401-433.
- Laura, J. (2016). Patogenicidade do fungo entomopatogênico *Isaria fumorosea*. sobre “A lagarta da pera espinhosa” *Melitara* sp. (Lepidoptera: Pyralidae), em condições de laboratório durante os meses de dezembro de 2015 a março de 2016. Universidade Nacional de San Agustín de Arequipa. Arequipa, Peru.
- Leandro, T. (2018). Controle de *Aphis citricidus* (Kirk.) (Hemiptera: Aphididae) através do uso de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuilli. (Hypocreales: Cordycipitaceae) em condições de laboratório, Universidade da Costa Rica.
- Lecuona, R., Papierok, B., Riba, G. (1996). Fungos entomopatogênicos, p. 35-60. In: LECUONA, R. (Ed.) *Microrganismos Patogênicos Utilizados no Controle Microbiano de Insetos* Pragas. Oficinas Gráficas Mariano. Bons ares. 338 páginas.
- Leger, J., Roberts, D. (1997). A engenharia de micoinseticidas melhorou. *Trends Biotechno* 14: 83-85.

- Lexama, R. (1993). Laboratório de patogenicidade de fungos (Hyphomycetes) e do nematoide entomopatogênico *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar em *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith) (Lepidoptera Noctuidae) tese de graduação para o Dr. Univ de Colima. Tecoman: 159 pp.
- Liang, Z., Liu, A., & Liu, J. (1995). Uma nova espécie do gênero *Cordyceps* e seu anamorfo *Metharhiziu*. *Acta Mycologica* 10:257-262 pp.
- Lobaton, M. (2010). "Aplicação de fungos entomopatogênicos e inibidor de quitina para o controle da mosca branca das cinzas (*Siphoninus phillyreae*) em oliveiras em condições de laboratório e campo. Universidade Nacional Jorge Basadre Grohmann- Tacna – Peru.
- Logrieco, A. (1998). Produção de Beauvericin por *Fusarium* Species. *Aplicativo. mandar Microbiol.*, 1998, 64: 3084-3088.
- Luna, C., García, G., & González, M. (2002). Atividade de linhagens nativas de fungos entomopatogênicos contra *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: noctuidae). Durango.
- Macoy, C., Samson, R., & Boucias, D. (1998). Inseticidas microbianos, Parte A: Protozoários e fungos entomógenos. In: Ignofo, C. M. e Mandava, N. B. (Ed.). *Handbook of Natural Pesticides*, Vol. 5. CRC Press, Boca Raton, FL, 1988. págs. 151-23.
- Macoy, C., Samson, R., Boucias, D. (1998). Inseticidas microbianos, Parte A: Protozoários e fungos entomógenos. In: Ignofo, C. M. e Mandava, N. B. (Ed.). *Handbook of Natural Pesticides*, Vol. 5. CRC Press, Boca Raton, FL, 1988. págs. 151-23.
- Mark, G. (2002). Current Trends in Sustainable Agriculture, “O uso de inoculantes à base de microorganismos e seus benefícios para a agricultura sustentável”. *Boletim Técnico ECO-SAFE* Nº 1. Cork, Irlanda. 4 p.
- Masera, O., Astier, M., & López, R. (1999). Sustentabilidade e gestão dos recursos naturais: o framework MESMIS. *Mundiprensa*, México.
- McCoy, C. (1990). Fungos entomógenos como pesticidas microbianos, In: Controle biológico; Alternativas para suprimir pragas e doenças agrícolas Pp. 139-159. Método 2 “*Psylla* spp.” (Online).
- Meyling, N., Eilenberg, W. (2007). Ecologia dos fungos entomopatogênicos *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* em agroecossistemas temperados:

- potencial para o controle biológico de conservação. *Controle Biológico*, v. 43, nº. 2 P. 145-155, 2007.
- Meyling, N., Eilenberg, J. (2006). Ocorrência e distribuição de fungos entomopatogênicos do solo em um único agroecossistema. *Agricultura, Ecosistemas e Meio Ambiente* 113: 336-341.
- MINAG. Dia Nacional da Batata, anunciando o Ano Internacional da Batata. DGPA. Ano 1- Boletim 1. Lima, Peru. 19h 2007.
- Monzon, A. (2001). Produção, uso e controle de qualidade de fungos entomopatogênicos na Nicarágua. *Controle de pragas integrado. Nicarágua-Costa Rica*. (63): 95-103.
- Netzahualcoyotl, B., Miguel, B., Najera, R., & John, L. (2014). Avaliação de fungos entomopatogênicos como agentes de controle biológico Universidade Tecnológica de Morelia, Michoacán, México.
- Pacheco, A. (2015). Caracterização morfológica e molecular de Mashua (*tropaeolum tuberosum*) dos departamentos de Cusco e Cajamarca.
- Paulo, E. (1989). Solo. Microbiologia e bioquímica. Imprensa Acadêmica. San Diego, Califórnia. 273 páginas.
- Pedrini, N., Crespo, M. (2007). Bioquímica da degradação da epicutícula de insetos por fungos entomopatogênicos. *Bioquímica e Fisiologia Comparativa, Parte C*, 146:124-137.
- Pérez, M. (2004). Fungos entomopatogênicos associados a diferentes culturas tropicais. Universidade Nacional Agrária da Selva.
- Pineda, A. (2017). A concentração de nutrientes dos ecossistemas aquáticos afeta as taxas de crescimento e o rendimento quântico máximo de PSII em *Scenedesmus ovalternus* e *Chlorella vulgaris* encapsulados em alginato de cálcio? *Limnetica* 36(2): 405-425.
- Pucheta, M., Flores, S., Rodríguez, N., & De La Torre, M. (2006). Mecanismo de ação de fungos entomopatogênicos. *Interscience*, 31(12):856-860.
- Pumisacho, L. (2002). Manual de gestão abrangente para o cultivo de batata. Estação Experimental Santa Catalina.
- Quartos, A., Rocha, W. (2005). Magnitude e impacto potencial da liberação de organismos geneticamente modificados e seus produtos comerciais, caso da batata. Pp: 63-91. Em O.

- Raymond, J., Leger, S. & Chengshu, W. (2009). Engenharia genética de agentes de biocontrole de fungos para obter maior eficácia contra pragas de insetos  
Recebido: 13 de julho de 2009 / Revisado: 10 de outubro de 2017 / Aceito: 10 de outubro de 2009 / Publicado on-line: 28 de outubro.
- Rehner, S., Buckley, E. (2005). Uma filogenia de *Beauveria* inferida de sequências nucleares ITS e EF1-a: evidência de diversificação críptica e ligações a teleomorfos de *Cordyceps*. *A Sociedade Micológica da América*, Lawrence, KS 66044-8897. *Micologia*, 97(1), p. 84-98.
- Requejo, S. (2019). Patogenicidade de fungos entomopatogênicos em bicudo (Coleoptera: Curculionidae), sob condições de laboratório, Chachapoyas Amazonas.
- Roberts, D., Humber, R. (1981). Fungos Entomógenos. In: Cole, G. T. e Kendrick, B. (Eds.) *Biology of Conidial Fungi*. Imprensa Acadêmica, Nova York.
- Rodrigues, M., Gerding, M., & França, A. (2006). Seleção de isolados fúngicos entomopatogênicos para o controle de ovos da mariposa do tomateiro, *Tuta absoluta* Meyrick (LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE). *Agricultura Técnica (Chile)* 66(2):151-158.
- Rodriguez, A., Del Pozo, E. (2003). Isolamento de fungos entomopatogênicos no Uruguai e sua virulência em *Trialeurodes vaporariorum* West. *Agrociencia (Cuba)* 2: 71-78 p.
- Rodríguez, S. (2012) "Seleção de Isolamento de Fungos Entomopatogênicos para Controle de Ovos da Mariposa do Tomate, *Tuta Absoluta* Meyrick (Lepidoptera: gelechiidae)". *Agrícola. Técnico*. [online]. junho 2017, vol.66, no.2 p.151-158.
- Roy, H., Steinkraus, J., Eilenberg, A., & Hajek, H. (2006). Interações bizarras e finais: fungos entomopatogênicos e seus hospedeiros artrópodes. *Revisão Anual da Entomologia* 51: 331–357.
- Sánchez, S. (1990). Alguns fungos patogênicos de insetos e aranhas do México com dados sobre sua gama de hospedeiros. *Fla Entomol* 73: 517-522.
- Sansão, R., Evans, H., Latge, J. (1998). *Atlas de fungos entomopatogênicos*. Nova York: Springer-Verlag, 1988. p. 187.
- SENASA. (2014). *Técnicas de isolamento e preservação de fungos entomopatogênicos*.

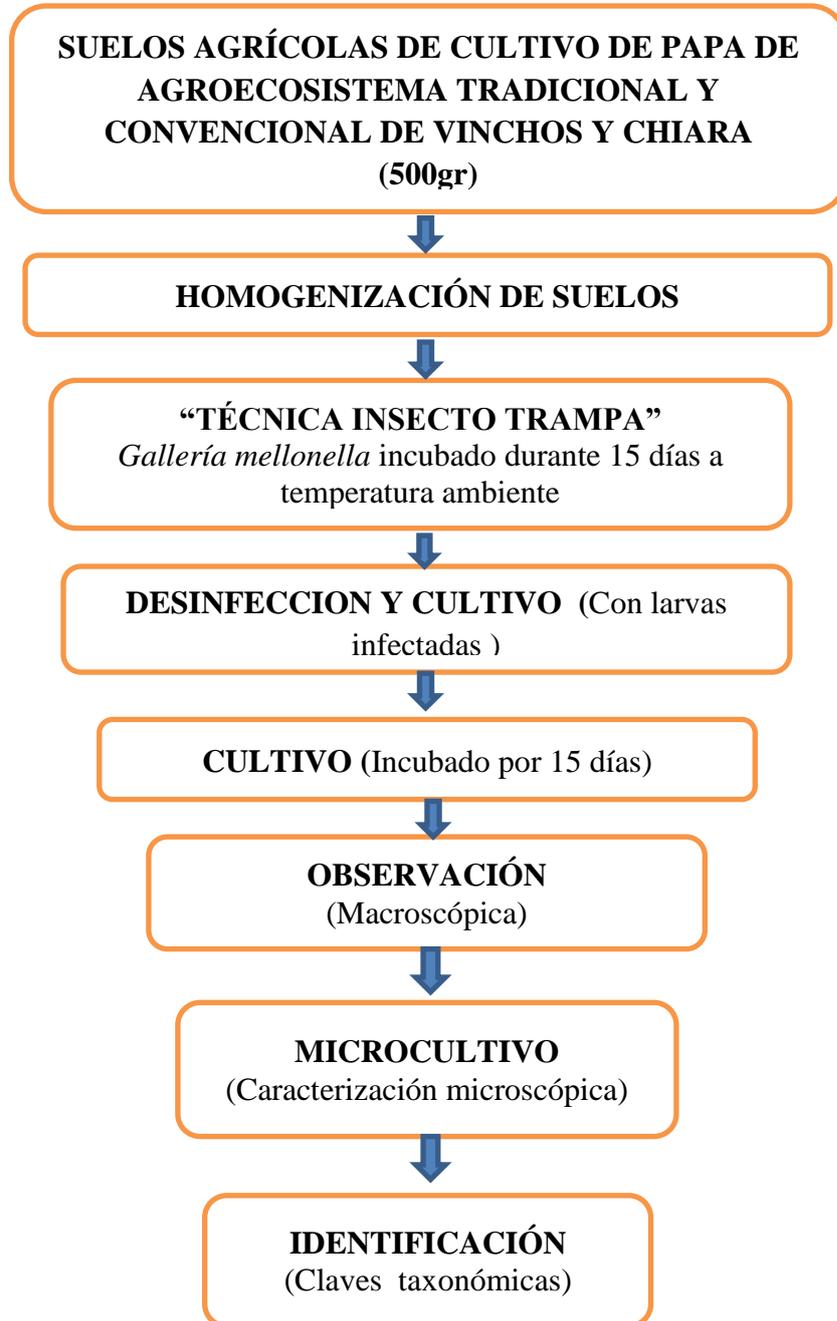
- SENASICA. (2016). Manual de exploração para coleta de fungos entomopatogênicos. Serviço Nacional de Saúde, Segurança e Qualidade Agroalimentar MÉXICO 2016.
- Silva, Y. (2001). Efetividade de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill., *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok (Moniliales: Moniliaceae) e *Bacillus thuringiensis* (Firmibacteria: Bacillaceae) no controle de *Agrotis* spp. e especialista em *Feltia* (Lepidoptera: Noctuidae) em batata. Tese profissional, Universidade Nacional de San Agustín. Arequipa, Peru.
- Siopongco, L., Altoveros, N., Cruz, V., & Villavicencio, M. (1999). Diversidade morfológica na coleção de milho local do NPGRL. *Philippine Journal of Crop Science* 24 (2/3): 103-113.
- Sun, B., Liu, X. (2008). Ocorrência e diversidade de fungos associados a insetos em solos naturais na China. *Ecologia Aplicada do Solo* 39: 100-108.
- Suquilanda, V. (2015). Manual técnico para produção orgânica de culturas andinas.
- Tanada, E., Kaya, H. (1993). Patologia de insetos. Imprensa Acadêmica. San Diego, Califórnia (EUA).
- Téllez, A. (2009). Mecanismos de ação e resposta na relação entre fungos entomopatogênicos e insetos. *Jornal Mexicano de Micologia*.30:73-80.
- Tineo, F. (2019). Atividade biológica de fungos entomopatogênicos sobre fungos entomopatogênicos em gorgulho andino (Coleoptera curculionidae) em condições de laboratório, Chachapoyas- Amazonas.
- Vasquez, J., Martos, A. (2003). Suscetibilidade de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) a *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. (Moliniales: Moliniaceae), em Lima, Peru. *Revista Peruana de Entomologia* 43: 95-100.
- Vega, F. (2009). Entomopatógenos fúngicos: novos insights sobre sua ecologia. Repositório institucional da Universidade de Warwick.
- Vela, N., Pineda, I. (2018). Estirpe nativa equatoriana de *Beauveria bassiana* com potencial industrial. Universidade Técnica do Norte, Ibarra, Equador.
- Velivelli, S. (2015). Sessitsch, Angela & Prestwich, Barbara. O papel dos inoculantes microbianos em Sistemas Integrados de Manejo de Culturas. Batata.
- Vey, A., Hoagland, R., & Butt, T. (1990). Metabolites toxic of fungil biocontrol agents In: Butt, T.M., Jackson, C.W., Magan, N. (Eds.). Fungos como Agentes de Biocontrole: Progresso, Problemas e Potenciais. CABI Publishing, Wallingford, Reino Unido, 2001. p. 311-346.

- Villalobos, F. (1992). O potencial de entomopatógenos para o controle de pragas brancas do milho no México, In: T. A. Jackson & T. R. Glare (Eds.), Uso de patógenos no manejo de pragas de escaravelhos. Interceptar. Inglaterra.
- Wang, J., Tsai, J. (2005). Desenvolvimento e resposta funcional de *Coelophora inaequalis* (Coleoptera: Coccinellidae) alimentando-se do pulgão marrom dos citros, *Aphis citricidus* (Homoptera: Aphididae). *Entomologia Agrícola e Florestal*, 3(1), 65-69.
- Wessels, J. (1999). Fungos por direito próprio *Fungal Genet. Biol.* 27:134-145.
- Zambrano, C., Sepúlveda., E. & Zambrano, E. (2003). Fungos entomopatogênicos na Venezuela: *Metarhizium anisopliae* (Metch) Sor. Caracterização, formulação, produção e aplicação. [Online] [Data de acesso 10 de julho de 2016].
- Zambrano, M., Riaño, O. (2008). Rentabilidade das empresas produtoras de bioinsumos cadastradas no ica.
- Zimmermann, G. (1986). O método *Galleria* isca para detecção de fungos entomopatogênicos no solo. *Journal of Applied Entomology*, 102, 213-215.

# ANEXOS

## ANEXO 1

### Flujograma del aislamiento e identificación de hongos entomopatogenos de suelos de agroecosistemas tradicional de Vinchos y convencional de Chiara



## ANEXO 2

### Caracterización de cepas de hongos entomopatógenos en agroecosistema de papa con manejo tradicional de Vinchos

Codigo	Especie	Color de cepa - anverso centro	Color de cepa - anverso borde	Color de cepa - reverso- centro	Color de cepa - reverso- borde	Crecimiento de cepa	Aspecto de cepa	Consistencia de la cepa	Superficie de la cepa
39	<i>Lecanicillium</i>	Blanco	Blanco	Crema	Gris	Moderado	algodonoso Aterciopelado	Ligeramente suave	Plano
40/I	<i>Hirsutella sp</i>	Blanco con círculo concéntrico	Crema	Marrón oscuro	Marrón oscuro	Moderado	Harinoso	Suave	Semi elevada
40/II/B	<i>Hirsutella sp</i>	Crema	Blanco	Marrón	Marrón	Moderado	Harinoso	Suave	Semi elevada
42	<i>Beauveria</i>	Blanco	Blanco	Amarillo	Amarillo	Moderado	Harinoso	Suave	Semi elevada
43/III	<i>Verticillium</i>	Blanco	Blanco	Crema oscuro	Crema oscuro	Moderado	Harinoso-Algodonoso	Suave	Semi elevada
45	<i>Paeecilomyces sp</i>	Blanco	Blanco	Amarillo	Amarillo	Abundante	Harinoso	Ligeramente suave	Plano
48/I	<i>Beauveria sp</i>	Blanco	Crema	Crema	Crema	Moderado	Borde harinoso-Centro aterciopelado	Ligeramente suave	Semi elevada
48/II/A	<i>Pochonia</i>	Crema tenue	Crema tenue	Marrón tenue	Marrón tenue	Moderado	Ligeramente harinoso y aterciopelado	Suave	Semi elevada
48/II/B	<i>Beauveria sp</i>	Crema petróleo	crema	Marrón	Marrón	Moderado	Aterciopelado	Ligeramente suave	Semi plana
49/II	<i>Beauveria bassiana</i>	Crema	Crema	Crema	Crema	Abundante	Harinoso	Suave	Elevada
49/III	<i>Beauveria bassiana</i>	Blanco	Crema	Crema	Crema	Abundante	Harinoso	Suave	Elevada
50	<i>Beauveria sp</i>	Crema	Blanco	Crema	Crema tenue	Moderado	Harinoso	Suave	Semi elevada
52/III	<i>Beauveria sp</i>	Blanco	Blanco cremoso	Plomo tenue	Plomo tenue	Abundante	Harinoso	Suave	Elevada
52/III/B	<i>Beauveria sp</i>	Blanco	Blanco	Plomo tenue	Plomo tenue	Abundante	Harinoso	Suave	Semi elevada

### ANEXO 3

#### Caracterización de cepas de hongos entomopatógenos en agroecosistema de papa con manejo convencional de Chiara

Código	Especie	Color de cepa - anverso centro	Color de cepa - anverso borde	Color de cepa - reverso- centro	Color de cepa - reverso- borde	Crecimiento de cepa	Aspecto de cepa	Consistencia de la cepa	Superficie de la cepa
53/I	<i>Beauveria sp</i>	Crema	Amarillo con círculo concéntrico	Amarillo	Amarillo con halo	Moderado	Aterciopelado	Suave	Plano
53/II	<i>Beauveria bassiana</i>	Blanco	Crema	Crema	Crema	Abundante	Fibroso- Harinoso	Suave	Elevada convexa, centro hundido
54/I	<i>Beauveria sp</i>	Crema	Crema	Crema oscuro	Crema oscuro	Moderado	Aterciopelado	Suave	Semi plana
54/II	<i>Beauveria sp</i>	Crema	Amarillo con círculo concéntrico	Crema	Amarillo con halo	Moderado	Harinoso	Suave	Plana
55/I/B	<i>Beauveria sp</i>	Blanco	Blanco	Crema	Crema	Moderado	Harinoso	Suave	Plana
55/II/A	<i>Hirsutella sp</i>	Liláceo claro	Liláceo claro	Crema	Crema	Moderado	Harinoso	Suave	Plano
57	<i>Beauveria sp</i>	Blanco	Blanco	Crema	Crema	Abundante	Polvoriento	Suave	Convexa
59	<i>Beauveria sp</i>	Crema tenue	Crema tenue	Crema	Crema	Moderado	Harinoso	Suave	Elevada en el centro
60/II	<i>Beauveria sp</i>	Crema	Blanco	Marrón claro	Crema	Abundante	Harinoso	Ligeramente suave	Convexa
61/A	<i>Beauveria sp</i>	Blanco	Liláceo	Marrón claro	Marrón claro	Moderado - abundante	Harinoso	Suave	centro convexo borde plano
61/C	<i>Pochonia</i>	Plomo intenso	Plomo intenso	Plomo	Plomo	Moderado	Aterciopelado	Suave	Plano
62/I	<i>Beauveria sp</i>	Amarillento	Blanco	Anaranjado	Anaranjado	Moderado	Aterciopelado centro harinoso	Ligeramente suave	Centro semi plano
63/B	<i>Beauveria sp</i>	Blanco	Blanco	Crema	Crema	Abundante	Harinoso	Suave	Semi elevada
64/III	<i>Beauveria sp</i>	Blanco	Crema	Crema	Crema	Moderado	Ligeramente aterciopelado	Fibroso a suave	Plano
65/I/B	<i>Beauveria brongnatii</i>	Crema	Crema	Crema	Crema	Moderado	Aterciopelado	Ligeramente suave	Semi elevada
65/III	<i>Beauveria bassiana</i>	Blanco	Crema	Crema	Crema plumizo	Moderado	Harinoso	Suave	plano
66	<i>Beauveria sp</i>	Crema	Blanco	Crema plumizo	Crema plumizo	Moderado	Harinoso	Suave	Plano

#### ANEXO 4

##### Caracterización microscópica de hongos entomopatógenos aislados en agroecosistema de papa con manejo tradicional de Vinchos

<b>Código</b>	<b>Hifas</b>	<b>Micelio</b>	<b>Conidias</b>	<b>Conidióforo</b>
39	séptadas	Delgado	Circulares	Verticiliados
40/I	séptadas	septado - hialino	Circulares	fiálides
40/II/B	séptadas	septado - hialino	Circulares	fiálides
42	séptadas	Septado	Irregular hialinos	Verticiliados
43/III	Abundante	Septado - hialino	Circulares hialinos en cadena	fiálides
45	séptadas hialinas	Abundante	Elipsoidales ramificado	Sinema verticiliados
48/I	séptadas	septado - hialino	Circulares	Fiálides
48/I/A	séptadas	Cubiertos	Elipsoidales	Erectos verticiliados
48/II/B	Septas	septado - hialino	Abundante en cadena	Fiálides
49/II	Fragmentado	Teñidos de color azul grueso	Circulares y ovaladas	Abundante
49/III	Septas	Septado - hialino	Circulares en masa	Fiálides
50	Fragmentado	Teñidos de color azul	Circulares	Abundante
52/III	Septas cortas	Delgado	circulares ovaladas y dispersa	Escasa
52/III/B	Septas	Teñido de color azul delgados y grueso	Abundante en masa	Moderado

## ANEXO 5

### Caracterización microscópica de hongos entomopatógenos aislados en agroecosistema de papa con manejo convencional de Chiara

<b>Código</b>	<b>Hifas</b>	<b>Micelio</b>	<b>Conidias</b>	<b>Conidióforo</b>
53/I	Septado	Teñido de color azul delgados y grueso	Moderado masa	Base circular globosa
53/II	Septas cortas	Grosor moderado	Circulares y ovalas	Escasa
54/I	Septas cortas	Delgado	Ovaladas	Alargadas
54/II	Septas	Teñidos de azul	Circular	Fiálides
55/I/B	Septas Largas	Teñidos de azul delgada y gruesa	Circulares en masa	Escasa
55/II/A	Septas cortas	Septado	En masa	Fiálides
57	Poca septas	Hialino dispersa en masa	Circulares hialinas dispersa en masa	Escasa
59	Poca septas	Hialino dispersa en masa	Circulares hialinas dispersa en masa	Escasa
60/II	Septas	Hialinos	Circulares con paredes gruesas	Fiálides
61/A	Septas cortas	Hialino	Circulares hialinas dispersas en masa	Base circular globosa
61/C	Séptadas	Cubiertos	Elipsoidales	Erectos cilíndricas
62/I	Septas alargadas	Hialino dispersa en masa	Circulares hialinas dispersa en masa	Escasa
63/B	Septas alargadas	Hialino dispersa en masa	Circulares hialinas dispersa en masa	Escasa
64/III	Septas alargadas	Aglomerado	Circulares hialinas dispersa en masa	Escasa
65/I/B	Septado	Teñidos de azul delgada y gruesa	hialinas lisas	Células conidiógena
65/III	Septas alargadas	Hialino dispersa en masa	Circulares hialinas dispersa en masa	Escasa
66	Septas	Teñidos de azul	Circular	Fiálides

## ANEXO 6

### Evaluación de mortalidad de larvas de *Galleria mellonella* en suelos de agroecosistema tradicional de Vinchos

EVALUACION A LOS 7 DIAS							EVALUACION 15 DIAS						
CODIGO	LARVAS POR TAPER (15)			TOTAL DE LARVAS CON INFECCION	(% ) DE LARVAS VIVAS	(% ) DE LARVAS MUERTAS	CODIGO	LARVAS POR TAPER (15)			TOTAL DE LARVAS CON INFECCION	(% ) DE LARVAS VIVAS	(% ) DE LARVAS MUERTAS
	REPETICIONES							REPETICIONES					
	I	II	III					I	II	III			
39	0	0	0	0	100	0	39	3	7	5	15	33	67
40	1	2	5	8	82	18	40	4	8	7	19	42	58
41	1	2	1	4	91	9	41	4	3	6	13	29	71
42	0	0	0	0	100	0	42	0	2	0	2	4	96
43	5	3	6	14	69	31	43	3	7	11	21	47	53
44	3	1	1	5	89	11	44	0	11	4	15	33	67
45	3	2	2	7	84	16	45	4	2	2	8	18	82
46	0	2	1	3	93	7	46	0	2	0	2	4	96
47	2	1	3	6	87	13	47	4	5	10	19	42	58
48	6	4	3	13	71	29	48	7	5	3	15	33	67
49	7	3	8	18	60	40	49	8	8	12	28	62	38
50	0	3	0	3	93	7	50	0	3	0	3	7	93
51	0	6	4	10	78	22	51	2	6	4	12	27	73
52	9	8	5	22	51	49	52	9	8	10	27	60	40

## ANEXO 7

### Evaluación de mortalidad de larvas de *Galleria mellonella* en suelos de agroecosistema tradicional de Vinchos

EVALUACION 7 DIAS							EVALUACION 15						
CODIGO	LARVAS POR TAPER (15)			TOTAL DE LARVAS CON INFECCION	(% )DE LARVAS VIVAS	(% ) DE LARVAS MUERTAS	CODIGO	LARVAS POR TAPER (15)			TOTAL DE LARVAS CON INFECCION	(% ) DE LARVAS VIVAS	(% ) LARVAS MUERTAS
	REPETICIONES							REPETICIONES					
	I	II	III					I	II	III			
53	0	1	4	5	89	11	53	6	8	10	24	47	53
54	4	4	12	20	56	44	54	5	5	12	22	51	49
55	1	2	4	7	84	16	55	5	8	2	15	67	33
56	2	2	0	4	91	9	56	3	9	0	12	73	27
57	0	1	3	4	91	9	57	0	7	0	7	84	16
58	3	1	5	9	80	20	58	9	6	9	24	47	53
59	5	5	3	13	71	29	59	12	4	6	22	51	49
60	7	5	4	16	64	36	60	7	8	5	20	56	44
61	2	2	5	9	80	20	61	8	11	7	26	42	58
62	5	0	4	9	80	20	62	7	5	12	24	47	53
63	1	3	2	6	87	13	63	1	12	4	17	62	38
64	3	9	7	19	58	42	64	6	9	10	25	44	56
65	6	5	8	19	58	42	65	6	8	12	26	42	58
66	3	6	5	14	69	31	66	6	6	7	19	58	42
67	2	4	6	12	73	27	67	10	8	12	30	33	67

**ANEXO 8**  
**Panel fotográfico**

**COLECCIÓN DE MUESTRAS EN EL AGROECOSISTEMA TRADICIONAL DE VINCHOS**



**Fotografía 1.** Colección de muestras de suelos en agroecosistema tradicional de Vinchos -  
Occollo



**Fotografía 2.** Colección de muestras de suelos en agroecosistemas convencional de Vinchos –  
Pascana.



**Fotografía 3.** Etiquetados de las muestras de suelo.



**Fotografía 4.** Levantamiento de información de cultivo anterior.

**COLECCIÓN DE MUESTRAS EN EL AGROECOSISTEMA CONVENCIONAL DE CHIARA**



**Fotografía 5.** Colección de muestras de suelos en agroecosistema de Chiara - Manallasac.



**Fotografía 6.** Técnica "W" en el muestreo de suelos.



**Fotografía 7.** Etiquetado de las muestras de suelo.



**Fotografía 8.** Levantamiento de información del agroecosistema.

## MANEJO DE MUESTRAS EN EL LABORATORIO



**Fotografía 9.** Vista de muestras de suelo etiquetadas en el laboratorio.



**Fotografía 10.** Homogenización de las muestras de suelo.



**Fotografía 11.** Llenado de suelos de agroecosistema tradicional de vinchos en taperes de plástico



**Fotografía 12.** Llenado de suelos de agroecosistema convencional de chiara en taperes de plástico



**Fotografía 13.** Colocacion de larvas de *Galleria mellonella* en taperes con muestras de suelo.



**Fotografía 14.** Vista de larvas vivas de *Galleria mellonella*.



**Fotografía 15.** Vista de taperes invertidos con suelos de agoecosistema tradicional de vinchos y larvas de *Galleria mellonella*.



**Fotografía 16.** Vista de taperes invertidos con suelos de Agoecosistema convencional de chiara y larvas de *Galleria mellonella*.



**Fotografía 17.** Vista de la evaluación de la infección de hongos entomopatogenos en larvas de *Galleria mellonella*.



**Fotografía 18.** Vista de la infección de hongos entomopatogenos de suelos de vinchos en larvas de *Galleria mellonella*, a los siete días.



**Fotografía 19.** Vista de la infección de hongos entomopatogenos de suelos de vinchos en las larvas de *Galleria mellonella*, a los quince días de evaluado.



**Fotografía 20.** Vista de la infección de hongos entomopatogenos de suelos de chiara en las larvas de *Galleria mellonella*, a los quince días de instalado



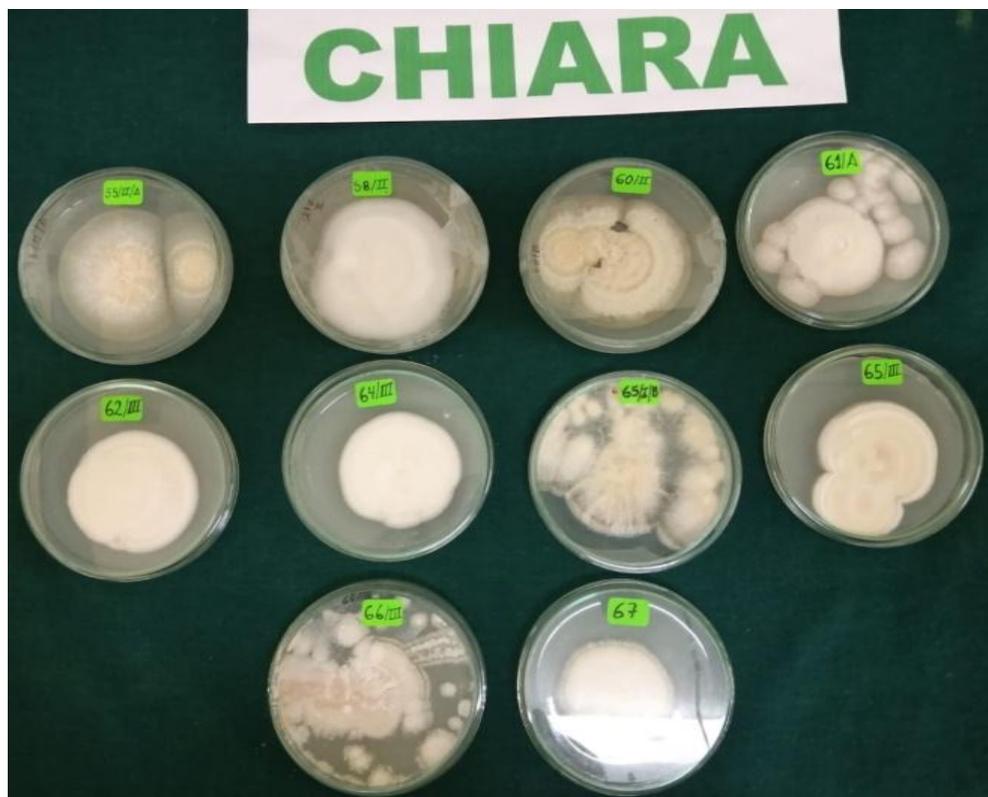
**Fotografia 20.** Vista de larvas infectadas con hongos entomopatogenos trasladadas a placa petri.



**Fotografia 21.** Microcultivo de cepa de *Beauveria bassiana*



**Fotografía 22.** Vista de cepas de hongos entomopatógenos aislados en medio PDA de agroecosistema tradicional de Vinchos.



**Fotografía 23.** Vista de cepas de hongos entomopatógenos aislados en medio PDA de agroecosistema convencional de Chiara.



**UNSCH**

FACULTAD DE CIENCIAS  
**AGRARIAS**

---

## CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

El presidente de la comisión de docentes instructores responsables de operativizar, verificar, garantizar y controlar la originalidad de los trabajos de tesis de la Facultad de Ciencias Agrarias, deja constancia que el trabajo de tesis titulado;

**“Hongos entomopatogenos en agroecosistemas de *Solanum tuberosum* (papa) con manejo tradicional en Vinchos y convencional en Chiara. Ayacucho 2017”**

Autor : Binet Arcoccaulla Collado

Asesor : Roberta Esquivel Quispe

Ha sido sometido al análisis del sistema antiplagio TURNITIN concluyendo que presenta un porcentaje de 17 % de similitud.

Por lo que, de acuerdo al porcentaje establecido en el Artículo 13 del Reglamento de originalidad de trabajos de investigación de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, es procedente otorgar la Constancia de Originalidad.

Ayacucho, 10 de junio de 2022

---

**Ing. WALTER AUGUSTO MATEU MATEO**

**Presidente de comisión**

# HONGOS ENTOMOPATOGENOS EN AGROECOSISTEMAS DE Solanum tuberosum (PAPA) CON MANEJO TRADICIONAL EN VINCHOS Y CONVENCIONAL EN CHIARA. AYACUCHO 2017

*por* Binet Arcoccaulla Collado

---

**Fecha de entrega:** 09-jun-2022 11:35p.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 1854060117

**Nombre del archivo:** BINET\_AROCCCAULLA\_COLLADO.pdf (2.88M)

**Total de palabras:** 24322

**Total de caracteres:** 139912

# HONGOS ENTOMOPATOGENOS EN AGROECOSISTEMAS DE Solanum tuberosum (PAPA) CON MANEJO TRADICIONAL EN VINCHOS Y CONVENCIONAL EN CHIARA. AYACUCHO 2017

## INFORME DE ORIGINALIDAD

17%

INDICE DE SIMILITUD

17%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://repositorio.unsa.edu.pe">repositorio.unsa.edu.pe</a> Fuente de Internet	8%
2	<a href="http://repositorio.lamolina.edu.pe">repositorio.lamolina.edu.pe</a> Fuente de Internet	3%
3	<a href="http://www.slideshare.net">www.slideshare.net</a> Fuente de Internet	1%
4	<a href="http://repositorio.unica.edu.pe">repositorio.unica.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="http://repositorio.unsch.edu.pe">repositorio.unsch.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	<1%
7	<a href="http://www.unsch.edu.pe">www.unsch.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%
8	<a href="http://www.ambi-agua.net">www.ambi-agua.net</a> Fuente de Internet	<1%

9	<a href="http://issuu.com">issuu.com</a> Fuente de Internet	<1 %
10	<a href="http://dspace.pucesi.edu.ec">dspace.pucesi.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
11	<a href="http://nanopdf.com">nanopdf.com</a> Fuente de Internet	<1 %
12	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	<1 %
13	<a href="http://rdu.unc.edu.ar">rdu.unc.edu.ar</a> Fuente de Internet	<1 %
14	<a href="http://www.javeriana.edu.co">www.javeriana.edu.co</a> Fuente de Internet	<1 %
15	Submitted to Escuela Politecnica Nacional Trabajo del estudiante	<1 %
16	<a href="http://repositorio.unjbg.edu.pe">repositorio.unjbg.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
17	<a href="http://azm.ojs.inecol.mx">azm.ojs.inecol.mx</a> Fuente de Internet	<1 %
18	<a href="http://ainfo.cnptia.embrapa.br">ainfo.cnptia.embrapa.br</a> Fuente de Internet	<1 %
19	<a href="http://repositorio.utn.edu.ec">repositorio.utn.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
20	<a href="http://www.scielo.org.mx">www.scielo.org.mx</a> Fuente de Internet	<1 %

---

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Apagado

---