



Microorganismos entomopatógenos y antagonistas empleados en cultivos de agroexportación en Perú en el nuevo milenio

Entomopathogenic and antagonistic microorganisms used in agro-export crops in Peru in the new millennium

Richard Solórzano-Acosta^{1, 2}; Joao De Souza-Pacheco^{2, 3}; Adriana Del Valle-Medina⁴; Bernardo Zárate-García⁵; Raúl Yaipén-Sirlopú^{5, *}; Pedro Castellanos-Sánchez⁶; Carolina Cedano-Saavedra¹

¹ Escuela de Agronomía, Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú.

² Programa Doctoral en Ciencias e Ingeniería Biológica, Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.

³ Unidad del Centro de Diagnóstico de Sanidad Vegetal (UCDSV), Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA), Lima, Perú.

⁴ Universidad Central de Venezuela, Caracas, Distrito Capital, Venezuela.

⁵ Departamento de Investigación, Desarrollo e Innovación - Ecofertilizing SAC. Lima, Perú.

⁶ Facultad de Biología, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú.

ORCID de los autores

R. Solórzano-Acosta: <https://orcid.org/0000-0003-3248-046X>

A. Del Valle-Medina: <https://orcid.org/0000-0003-2493-0758>

R. Yaipén-Sirlopú: <https://orcid.org/0000-0001-9260-6701>

C. Cedano-Saavedra: <https://orcid.org/0000-0002-0450-4949>

J. De Souza-Pacheco: <https://orcid.org/0000-0002-3739-3122>

B. Zárate-García: <https://orcid.org/0000-0001-5605-4284>

P. Castellanos-Sánchez: <https://orcid.org/0000-0003-2965-174X>

RESUMEN

La agroexportación contribuye al crecimiento económico dado que genera empleo, propicia la competitividad de los productores, y dinamiza la economía, siendo cada vez más utilizados aquellos productos cuyo impacto sobre el entorno y los alimentos sea cada vez menos dañino. En este sentido, el uso de microorganismos entomopatógenos y antagonistas ha cobrado importancia en el manejo fitosanitario. Por ello, la presente investigación explora las características de las exportaciones agrícolas en el Perú y su vínculo con el control biológico como mecanismo de control de plagas y enfermedades que permitan a la agroindustria mantenerse a la vanguardia de las exigencias sanitarias del mercado internacional. Así, se analizaron publicaciones de investigadores peruanos y del extranjero sobre la eficacia de entomopatógenos y antagonistas sobre estos cultivos; analizándose el estado filogenético de los microorganismos más empleados para estos fines. Aunque ya se comercializan productos de origen biológico para el área fitosanitaria, pocos estudios apuntan a la obtención de un protocolo por cultivo. En Perú, donde la agroexportación y el uso de microorganismos son importantes, no existe suficiente información que sobresalga de la investigación básica y termine en la creación de productos o herramientas de valor para el manejo de los cultivos de agroexportación.

Palabras clave: entomopatógenos; antagonistas; agroexportaciones; control biológico.

ABSTRACT

Agro-export contributes to economic growth since it generates employment, fosters the competitiveness of producers, and boosts the economy, being increasingly used those products whose impact on the environment and food is less and less harmful. In this sense, the use of entomopathogenic and antagonistic microorganisms has gained importance in phytosanitary management. For this reason, this research explores the characteristics of agricultural exports in Peru and their link with biological control as a mechanism for controlling pests and diseases that allow agribusiness to stay at the forefront of the sanitary requirements of the international market. Thus, publications by Peruvian and foreign researchers on the efficacy of entomopathogens and antagonists on these crops were analyzed; analyzing the phylogenetic state of the microorganisms most used for these purposes. Although products of biological origin are already commercialized for the phytosanitary area, few studies point to obtaining a protocol per crop. In Peru, where agro-export and the use of microorganisms are important, there is not enough information that stands out from basic research and ends up in the creation of valuable products or tools for the management of agro-export crops.

Keywords: entomopathogens; antagonists; agro-exports; biological control.

1. Introducción

El período agrícola en Perú se inicia desde 1986 y se caracteriza por la exportación de productos no tradicionales como los espárragos, las uvas y las paltas (Castro et al., 2018). A partir de los años 90 se evidencia que, para lograr mejor distribución de las tierras, mayor eficiencia en los cultivos y desarrollo de infraestructura agrícola (Eguren, 2006), la investigación y el desarrollo de tecnologías compatibles con el ambiente son cada día más necesarias (Vinchira & Moreno, 2019).

En este contexto, la problemática de la producción de alimentos en la actualidad se orienta a preservar la calidad en términos de sanidad e inocuidad de los cultivos (Malpica et al., 2019; Vila, 2019) por lo que el manejo tradicional de las plagas mediante el uso de pesticidas químicos que además de ser tóxicos para el ser humano contaminan el ambiente (Díaz & Aguilar, 2018; Campos, 2018), viene siendo reemplazada por una serie de estrategias basadas en el conocimiento de la ecología e interacciones entre las plagas y enfermedades del cultivo (Zepeda, 2018). En este ámbito, en especial el uso de microorganismos antagonistas y entomopatógenos que, a pesar de estar en el mercado y bajo el estudio de la academia peruana y mundial, en el Perú no ha sido ampliamente adoptado salvo en los cultivos de agroexportación debido a las medidas regulatorias de los países que importan los productos no tradicionales de origen peruano (Mujica & Whu, 2019). Es necesario tomar en cuenta que también se importan plaguicidas biológicos que, aunque su demanda es pequeña, se van consolidando como productos prometedores en el mercado de los cultivos de agroexportación (Mujica & Whu, 2019). Esta demanda irá creciendo debido al aumento de las tierras cultivables y proyectos de riego en el Perú (Campos et al., 2017).

Por lo tanto, en la presente revisión, el objetivo fue abordar temas desde el punto de vista económico

caracterizando los cultivos de agroexportación en el Perú que muestran la necesidad del uso y cambio hacia una agricultura sustentable que pueda mantener nuestros productos ante las exigencias del mercado internacional ampliamente regulado; así como la filogenia y el estado de las investigaciones en las universidades peruanas y revistas científicas relacionadas a investigación sobre microorganismos entomopatógenos y antagonistas en el Perú.

2. Exportaciones agrícolas no tradicionales en el Perú

Aunque, el fuerte de la exportación peruana se encuentra en los productos tradicionales derivados de actividades como minería, hidrocarburos y harina de pescado, e incluso el café que es un cultivo que está incluido dentro de las exportaciones tradicionales (Barrientos, 2018); sin embargo, otros cultivos se han ido desarrollando en el territorio peruano (Cholan & Rodríguez, 2019), y son los principales productos no tradicionales exportados por Perú que incluyen a la uva, mango, palto, arándano, café, grasas y aceites de pescado, espárragos, aceitunas y cebollas (Cholán & Rodríguez, 2019). Todos estos productos han tenido un incremento en su exportación en el periodo de tiempo del 2000 al 2020 (Tabla 1).

En esta revisión se exploraron los resultados de los principales cultivos de exportación no tradicional del Perú desde el 2000 hasta el 2020, incluyendo a los espárragos, uvas, banano, arándanos y palto (Tablas 2 y 3). Para el último año, con el golpe de la pandemia por el virus SARS-CoV-2, accionante de la enfermedad Covid-19, se observa una caída del valor de las exportaciones, esto debido a las limitaciones que se originaron en situación de pandemia, donde el distanciamiento social y la limitación de las importaciones y exportaciones mundiales se vio limitado por temor al contagio.

Tabla 1

Valores FOB en miles de dólares de algunas agroexportaciones no tradicionales entre 2000 y 2020

Subpartida Nacional	Producto	Año	
		2000	2020
806100000	Uvas frescas	5981,80	571442,50
709200000	Espárragos frescos	53799,70	93694,90
804502000	Mango	23053,20	163093,50
810400000	Arándanos	0,00	141464,20
804400000	Palto	2480,30	270636,90
901211000	Café tostado en grano	246,40	258,40
2005700000	Aceitunas preparadas	1460,70	12176,70
703100000	Cebollas y chalotes	6459,90	23231,10

Fuente: Superintendencia Nacional de Administración Tributaria (Perú).

Tabla 2

Valor de exportación FOB en miles de dólares de arándanos, banano, espárrago, palto y vid desde 2000 al 2020

Año	Arándano	Banano	Espárrago	Palto	Uva
2000	0	0	53799,70	2480,30	5981,80
2001	0	0	63947,10	3477,70	11256,00
2002	0	6181,80	82916,30	4871,70	17997,90
2003	0	6796,80	108099,70	15722,30	23320,10
2004	0	10552,10	141386,40	18707,80	21763,00
2005	0	17588,60	160178,50	23367,10	33930,60
2006	0	26542,40	187401,90	38792,20	50946,80
2007	0	31228,00	235691,20	46812,00	60492,60
2008	0	45553,10	228381,20	72742,90	83362,50
2009	0	51322,00	250615,80	67654,70	135677,60
2010	32,4	49519,40	290617,20	85035,20	186236,80
2011	84,5	64583,50	293685,30	161218,90	287526,00
2012	465,2	80366,10	343086,80	135519,80	366454,80
2013	17386,08	88985,20	413585,90	184010,80	442677,20
2014	30237,50	12119,80	45372,90	300206,40	190250,30
2015	97187,30	145170,30	421489,90	306269,10	708689,10
2016	241256,00	152174,20	422442,90	396873,80	659717,50
2017	371806,10	148544,70	410385,50	588075,70	648485,30
2018	547937,60	166802,20	384482,50	723127,50	819537,00
2019	804500,24	152933,56	393624,95	748039,80	879070,45
2020	141464,16	49871,74	93694,92	270636,97	571442,56

Fuente: Superintendencia Nacional de Administración Tributaria (Perú)

Tabla 3

Peso neto y bruto de exportación en toneladas de algunos cultivos no tradicionales entre 2000 y 2020

Año		Arándano	Banano	Espárrago	Palto	Uva
2000	Peso neto	-	-	37009,92	2209,31	2984,54
	Peso bruto	-	-	41837,18	2480,87	3381,48
2001	Peso neto	-	-	41608,78	2500,38	6524,12
	Peso bruto	-	-	46497,36	2828,87	7728,88
2002	Peso neto	-	19079,18	52784,21	4829,20	11,676,67
	Peso bruto	-	21419,28	58618,73	5420,71	13795,25
2003	Peso neto	-	18103,20	67088,28	11519,74	12747,56
	Peso bruto	-	20663,00	74587,28	12644,98	14924,46
2004	Peso neto	-	27208,14	72064,05	14598,27	11096,02
	Peso bruto	-	30755,85	80186,88	16157,81	12817,72
2005	Peso neto	-	42851,90	80023,87	18670,23	18989,62
	Peso bruto	-	48249,76	89399,26	20949,32	21831,42
2006	Peso neto	-	57095,13	92820,56	31737,42	27897,68
	Peso bruto	-	64212,20	104105,69	35354,15	31678,04
2007	Peso neto	-	65495,00	96352,11	37520,84	26095,19
	Peso bruto	-	73933,76	108118,86	41665,92	29544,74
2008	Peso neto	-	78162,59	109826,71	51298,33	43883,45
	Peso bruto	-	88054,14	123339,34	57193,66	49616,28
2009	Peso neto	-	82510,39	122235,32	48346,02	60570,90
	Peso bruto	-	114713,07	137154,31	53954,79	68524,65
2010	Peso neto	6,36	78783,05	123751,98	59520,57	77819,25
	Peso bruto	7,52	89285,84	139224,82	65982,40	88069,25
2011	Peso neto	6,72	100499,76	124937,99	81544,30	122024,63
	Peso bruto	8,65	114135,18	140722,78	90915,64	138136,30
2012	Peso neto	47,92	117667,82	118098,29	83575,81	149215,90
	Peso bruto	61,03	133353,63	132639,08	93049,27	168732,08
2013	Peso neto	1513,09	124122,84	124719,14	114522,96	177475,83
	Peso bruto	1885,12	140416,05	140361,37	127682,41	201260,89
2014	Peso neto	2902,12	159602,81	133186,21	179092,79	268421,40
	Peso bruto	3725,75	180724,68	150313,71	199132,63	304911,67
2015	Peso neto	10353,20	190415,67	129978,96	175715,31	314305,97
	Peso bruto	13237,10	217100,45	146347,47	195139,07	357285,35
2016	Peso neto	28154,43	202225,36	123829,81	194115,95	293512,19
	Peso bruto	35880,54	229376,91	142682,62	214513,94	333965,91
2017	Peso neto	43038,95	202745,22	115427,41	247361,98	269661,80
	Peso bruto	54943,21	230811,33	130317,23	273603,68	306986,43
2018	Peso neto	49928,97	195685,30	99435,97	359988,52	155882,28
	Peso bruto	6271,68	222284,27	113070,96	395811,49	178255,08
2019	Peso neto	123387,68	222301,88	131730,95	310928,08	376353,28
	Peso bruto	153329,83	252226,24	150481,79	341594,61	431363,76
2020	Peso neto	25255,19	72087,99	29491,42	147422,95	227814,96
	Peso bruto	30921,34	81703,12	33528,79	162020,87	263366,14

Cultivo de arándano (*Vaccinium spp.*)

Los arándanos son considerados bayas (*berries*) y su crecimiento en el mercado internacional se debe a sus características nutricionales, ya que son fuente de vitaminas y antioxidantes, que cada vez son más consumidos en Estados Unidos, Europa y Asia (Minagri, 2016). El cultivo de las frutas del género *Vaccinium* en el Perú, data recién del 2004 cuando se introdujo una variedad importada de Estados Unidos. Actualmente el cultivo se lleva a cabo en las zonas de Cajamarca, Arequipa, La Libertad, Lambayeque e Ica, siendo La Libertad el principal productor de este fruto, llevándose al menos el 60% de las hectáreas cultivadas de arándanos en el Perú. Entre las variedades cultivadas se conocen Ventura, Biloxi, Springhigh, Emerald, Misty, Legacy y Jewel (Reyes, 2019).

El primer registro de exportación se observa a partir del 2010, con un total de apenas unas 6,36 toneladas, distribuidas mayormente en exportación a países europeos como Bélgica, Países bajos y Reino Unido. Esta cifra no varió mucho para el 2011 y recién para el año 2013 se observa

un incremento en el valor de las exportaciones de arándano peruano (Tablas 2 y 3). De igual forma los países a donde se comercializa el fruto aumenta, ingresando Estados Unidos, Hong Kong, China y España entre 2013 y 2014 (Tabla 4).

Cultivo de banano (*Musa spp.*)

Este cultivo data de principios del siglo XX en el Perú; sin embargo, la exportación de banano comienza en los años 2000, con unas pocas toneladas exportadas a países europeos como Alemania y Bélgica. El banano es originario de Asia y por la similitud en condiciones climáticas en Latinoamérica, es posible su cultivo durante todo el año, su cosecha puede darse entre 8-10 meses pasada la siembra. Actualmente la exportación peruana de banano orgánico representa al menos un 3% de las exportaciones de este fruto a nivel mundial. Esto debido a que desde inicios de los años 2000 en la zona norte del Perú se ha ido desarrollado este cultivo en la zona de Valle del Chira, en la región de Piura, la cual representa el 80% del área cultivada con este fruto (FAO, 2017).

Tabla 4

Peso neto de exportación de arándanos peruanos según país 2010-2020, en toneladas

Año	País						
	Bélgica	Países bajos	Estados Unidos	Hong Kong	Reino Unido	China	España
2010	1,45	0,03	-	-	0,03	-	-
2011	1,8	1,95	2,7	-	-	-	-
2012	7,8	19,2	3,72	-	14,93	-	-
2013	43,82	337,44	607,27	298,83	171,06	1,08	32,37
2014	11,04	694,37	1324,70	485,17	296,77	-	40,64
2015	13,79	2907,99	5611,11	153,2	1404,31	-	60,93
2016	17,72	6835,72	15261,66	461,1	3768,96	2,53	321,7
2017	89,98	11334,16	19112,53	1713,17	4702,85	4077,17	579,88
2018	67,18	10121,67	26276,44	1479,86	4579,44	3600,16	2283,52
2019	160,28	27237,13	70654,95	2755,54	9472,85	10137,22	1065,87
2020	26,17	6993,40	14005,40	510,25	1699,20	1620,07	94,18

Tabla 5

Peso neto de exportación de banano peruano a principales países importadores desde 2002-2020

Año	País							
	Alemania	Bélgica	Países Bajos	Estados Unidos	Japón	Reino Unido	Finlandia	Corea del Sur
2002	3330,30	3947,20	-	-	-	-	-	-
2003	-	2206,20	-	-	-	-	-	-
2004	-	6116,30	4662,00	-	-	-	-	-
2005	-	-	-	-	-	-	-	-
2006	4370,50	10028,00	11471,30	-	4442,20	-	-	-
2007	-	-	-	-	-	-	-	-
2008	5685,10	7165,30	31955,50	-	7269,50	-	-	-
2009	3360,62	3835,71	42621,05	-	10121,40	-	-	-
2010	-	6949,61	39523,19	-	7862,74	-	-	-
2011	-	-	117,55	-	0,55	-	-	-
2012	7207,71	8072,18	63143,98	24786,54	6560,67	1916,67	352,64	2416,63
2013	15362,27	10367,48	57888,61	22871,40	6241,39	3447,74	2977,83	2169,15
2014	25835,04	8195,79	66597,70	43238,89	4065,68	2605,37	3662,55	3577,05
2015	29394,58	10578,87	62497,19	70053,55	3495,86	1839,25	4545,16	5935,81
2016	27855,10	17193,75	67736,84	62137,60	4523,37	1849,52	8228,30	9259,49
2017	28538,82	10127,97	72057,95	60615,52	4468,30	2055,15	9871,16	8692,40
2018	20307,47	8702,09	5934,11	66183,70	6004,46	6664,49	8051,50	12054,40
2019	13361,20	23437,03	65345,02	46501,70	5507,04	4667,98	6063,57	13232,29
2020	3549,31	7763,04	20985,39	14430,55	1734,49	1351,79	2484,04	3802,82

Entre los países destino de la exportación del banano se encuentran Alemania, Japón, Países Bajos, Estados Unidos, Bélgica, Corea del Sur y Finlandia. En la [Tabla 5](#) se observa cómo ha incrementado la exportación de banano peruano a estos destinos desde el 2002. En este aspecto, las hectáreas cultivadas y certificadas comienzan su auge entre 1998-1999, con la entrega del gobierno central de insumos y certificación de tierras para cultivo de banano orgánico a pequeños productores, apenas 1200 hectáreas fueron certificadas ese entonces ([Fairlie, 2008](#)).

Cultivo de espárrago (*Asparagus officinalis*)

El cultivo del espárrago en Perú ha sido pionero en las exportaciones no tradicionales. El cultivo del espárrago se inició en el Perú a principios de la década del 50 en el departamento de La Libertad ([IPEH, 2019](#)). Durante los años 2000, el Perú se clasificó como líder mundial en producción y exportación de espárragos y los principales destinos son Estados Unidos, Países Bajos, Reino Unido y España, países con los que guardamos estrechas relaciones de exportación de productos no tradicionales, los cuales garantizan al menos el 30% del total de exportaciones del Perú ([Agraria.pe, 2020](#)).

Cultivo de Palto (*Persea americana*)

El palto o aguacate es una fruta que tiene una tendencia creciente por su producción, debido a la mayor demanda de consumo mundial. Su origen está en Centroamérica y actualmente su cultivo se

extiende por todo el mundo y la superficie dedicada al cultivo de palta tiene tendencia a expandirse en los próximos años según la demanda mundial. En el caso de Perú, en 1997 la superficie cultivada de palta era de 6368 hectáreas, mientras que diez años después en el 2007, el [Ministerio de Agricultura del Perú \(2008\)](#), reporta 13 603 hectáreas.

Como se puede observar en la [Tabla 7](#), el 1er mercado consumidor de palta peruana ha sido la Unión Europea, representada por países como España, Países Bajos, Reino Unido y Francia. Mientras que Estados Unidos ha ocupado un segundo puesto como importador de este fruto. En Latinoamérica el mayor importador de palta es Chile.

Uva (*Vitis vinifera*)

La uva es cultivo pionero para las agroexportaciones no tradicionales del Perú. Junto a los espárragos, se considera un producto iniciador para la época agrícola del país. Su origen es europeo y hoy en día se ha trasladado al resto del mundo ([Moreyra, 2019](#)). Su cultivo en el Perú data del siglo XVI, poco después de la conquista, cuando le fueron otorgadas tierras de los Valles de Ica, Pisco y Nazca a cultivadores europeos, los cuales establecieron viñedos para producción de vino ([Soldi, 2006](#)).

La producción de vid se destina para 4 productos, la uva de mesa fresca, vinos, pisco y pasas. Se considera que el cultivo de esta fruta ha experimentado un comportamiento bastante dinámico y expansivo ([Moreyra, 2019](#)).

Tabla 6

Peso neto de exportación de espárrago a principales países importadores desde 2002-2020

Año	País						
	Estados Unidos	España	Países Bajos	Reino Unido	Alemania	Australia	Brasil
2000	30261,9	2380,5	1917,2	1327,2	1161,7	7,6	82,2
2001	33899,4	2690,0	2610,0	1629,1	61,7	-	149,6
2002	43023,6	3663,3	3276,1	1875,3	90,1	-	95,6
2003	53128,2	5311,3	4265,9	2764,1	235,2	52,1	94,9
2004	55757,3	5067,7	4451,1	3627,9	622,6	230,8	101,5
2005	59135,3	6562,1	5430,3	4681,8	574,7	506,3	152,7
2006	68622,6	7349,4	6518,0	5178,7	598,3	748,0	206
2007	70118,9	7026,5	7463,2	5361,4	558,2	820,9	255,4
2008	79628,2	7520,8	10406,1	6429,1	543,8	1205,8	366,2
2009	87717,4	7951,1	13377,2	6083,8	304,0	1270,2	489,5
2010	85807,2	9041,6	13394,1	6343,1	569,2	1547,3	643,8
2011	84625,5	9464,4	12743,9	7285,0	578,7	1547,3	856,9
2012	77734,2	7805,2	13895,8	7870,6	-	1542,7	1038,0
2013	86819,2	7008,3	11109,5	9439,1	457,4	2039,2	1024,6
2014	92716,4	8167,2	11012,3	9672,8	809,8	1395,3	1292,3
2015	91900,7	7698,7	10716,3	9583,3	634,7	1020,5	1155,0
2016	87056,1	8649,5	9258,1	9417,9	894,5	694,2	1038,9
2017	81428,9	8464,9	8831,9	8453,4	340,0	1010,9	1139,9
2018	68501,5	7201,8	8141,4	7443,5	738,9	1026,5	1428,7
2019	91184,6	10951,0	9638,8	8938,6	747,4	464,6	1441,8
2020	20782,0	2866,1	2436,5	1624,1	122,9	-	168,9

Tabla 7

Peso neto de exportación de palto a principales países importadores desde 2000-2020

Año	País							
	Reino Unido	España	Países Bajos	Francia	Canadá	Chile	Estados Unidos	China
2000	35354	74298	32044	321,38	-	226,2	74,40	-
2001	690,42	1053,23	192,74	563,77	-	-	-	-
2002	743,56	1800,64	339,67	1696,35	84,49	20	38,30	-
2003	1305,60	4691,69	2001,85	3454,01	-	-	19,35	-
2004	2086,83	5087,91	1912,96	5320,31	-	-	16,68	-
2005	3377,98	6111,19	5600,69	2934,22	223,52	-	-	-
2006	4756,95	12291,07	8011,00	4962,35	890,99	101,89	144,01	-
2007	5898,62	12362,22	14344,99	3058,50	752,57	399,67	54,00	-
2008	4952,56	17669,02	23105,77	3956,73	450,33	453,27	562,49	-
2009	4097,48	13612,14	24160,13	4169,99	1341,97	478,77	84,40	-
2010	4411,74	20223,95	26569,88	5024,84	1266,38	280,61	433,57	-
2011	6028,13	20707,84	38127,46	1827,79	2483,03	936,53	9094,17	-
2012	5426,42	21355,58	35251,08	1902,75	1801,02	678,01	15893,19	-
2013	6237,77	28843,62	50460,84	2228,77	2608,45	784,96	21724,98	-
2014	10398,81	34816,48	58283,80	303,17	4163,91	2733,35	65166,67	0,02
2015	17233,76	31774,68	65152,71	197,92	1398,86	8324,09	47176,55	59,35
2016	21302,83	41743,87	79723,21	179,61	-	7992,35	322716,05	1868,68
2017	24816,65	41828,34	92663,08	138,88	1513,76	6090,35	66212,12	4590,59
2018	29736,19	59309,53	139225,66	11,77	757,29	20235,23	82891,31	11861,32
2019	25413,83	48243,35	106585,21	212,88	1913,78	17141,71	85333,45	10257,69
2020	11788,83	22417,00	50446,03	60,88	549,86	16527,08	28464,27	3828,50

Observando la [Tabla 8](#), el destino de exportación de este cultivo durante el periodo de tiempo de esta investigación se concentra en tres países, Reino Unido, Hong Kong y Estados Unidos. Sin embargo, los países asiáticos poco a poco se agregan a la importación de esta fruta.

Filogenia de entomopatógenos y antagonistas empleados en la agricultura

Para poder conocer mejor la ubicación taxonómica de los hongos más empleados según

la bibliografía, se procedió a realizar un árbol filogenético basado en segmentos del ITS 1 y 2 concatenados (ITS, del inglés, internal transcribed spacer) ([Figura 1](#)). Las distancias evolutivas se calcularon utilizando el método de Kimura 2-parameter y están en las unidades del número de sustituciones de bases por sitio. En dicho árbol, se consideró los nuevos géneros otorgados a *Paecilomyces* y *Lecanicillium* (actualmente *Cordyceps* y *Akanthomyces*, respectivamente, según [Kepler et al., 2017](#)).

Tabla 8

Peso neto de exportación de uva a principales países importadores desde 2000-2020

Año	País						
	Reino Unido	Hong Kong	Indonesia	Países Bajos	Estados Unidos	Vietnam	China
2000	1201,00	820,00	-	-	543,00	-	-
2001	1587,20	1794,40	-	-	1916,20	35,40	-
2002	2078,00	4556,10	35,40	-	3102,40	70,80	-
2003	3302,90	4381,10	247,90	657,90	2064,90	277,50	-
2004	2108,60	2108,50	93,00	1218,80	2983,10	447,60	-
2005	2612,50	5754,90	333,60	1813,30	4972,40	150,60	18,70
2006	2099,00	2551,20	1205,90	4426,40	7712,30	526,00	556,40
2007	2353,00	4911,30	1458,10	2734,20	6933,00	273,60	1644,40
2008	3206,60	5598,10	1123,80	6668,40	855,70	532,80	4334,30
2009	3669,80	7299,00	1594,10	11033,50	14005,20	991,10	3131,10
2010	3997,90	7763,70	2414,70	11023,90	21193,00	1049,90	3323,40
2011	5302,50	11564,10	6092,30	19216,30	30882,90	1102,60	7553,20
2012	8689,30	17186,70	4547,80	27569,50	25584,90	15751,70	11710,60
2013	10680,60	12553,60	2430,80	34774,90	35328,00	654,40	17283,30
2014	15247,30	35156,60	5723,90	42003,80	44505,10	1264,90	35559,30
2015	13842,20	39592,60	4123,30	46254,70	69116,30	2697,10	41844,70
2016	11741,10	32775,80	6427,00	38342,00	86036,10	1374,10	27924,90
2017	10994,50	32317,20	8684,80	37941,20	89498,20	-	16523,60
2018	6299,40	20796,70	1943,40	31583,00	48495,20	1200,10	10245,20
2019	17302,00	36635,30	3916,10	56930,90	141577,90	1074,30	21163,90
2020	7781,10	28266,80	543,10	31323,30	97527,10	1142,80	10015,00

Se puede visualizar que la familia que tiene más especies con hongos entomopatógenos evaluados en los materiales bibliográficos es la familia Cordycipitaceae. En dicho árbol podemos confirmar que los cambios de géneros comentados líneas arriba están en lo correcto, ya que las secuencias de dichos géneros se agrupan con su nueva ubicación taxonómica. Asimismo, *Purpureocillium lilacinum*, que antes era *Paecilomyces lilacinus* (Luangsa-Ard et al. 2011), se agrupa en su nuevo género, lo cual también es confirmado. Vale agregar que todos los hongos reportados pertenecen al orden Hypocreales, por

lo que este orden fúngico requeriría una mayor bioprospección para identificar a más entomopatógenos candidatos.

Del mismo modo, se realizó un árbol filogenético (Figura 2) con las bacterias reportadas en la bibliografía utilizada. En dicho árbol se puede ver una gran distancia entre los géneros empleados ya que estos pertenecen a filos diferentes, dando la posibilidad que existan bacterias con acción bactericida y/o antifúngica aún por descubrir. Por ello, se requiere mayor investigación en otros géneros bacterianos que puedan brindar mayores luces al control biológico.

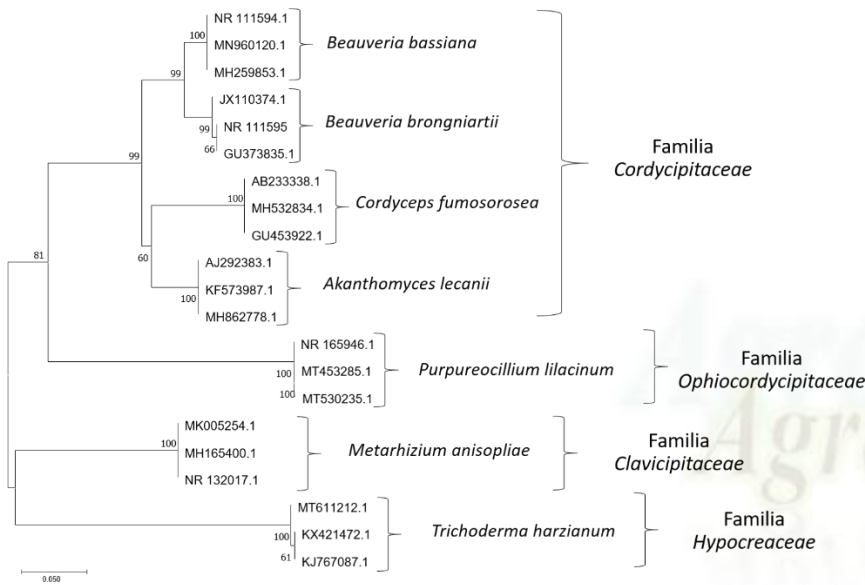


Figura 1. Árbol filogenético inferido mediante el método de Neighbor joining con un valor de bootstrap de 1000 réplicas, de hongos entomopatógenos (basado en las regiones concatenadas ITS1-ITS2).

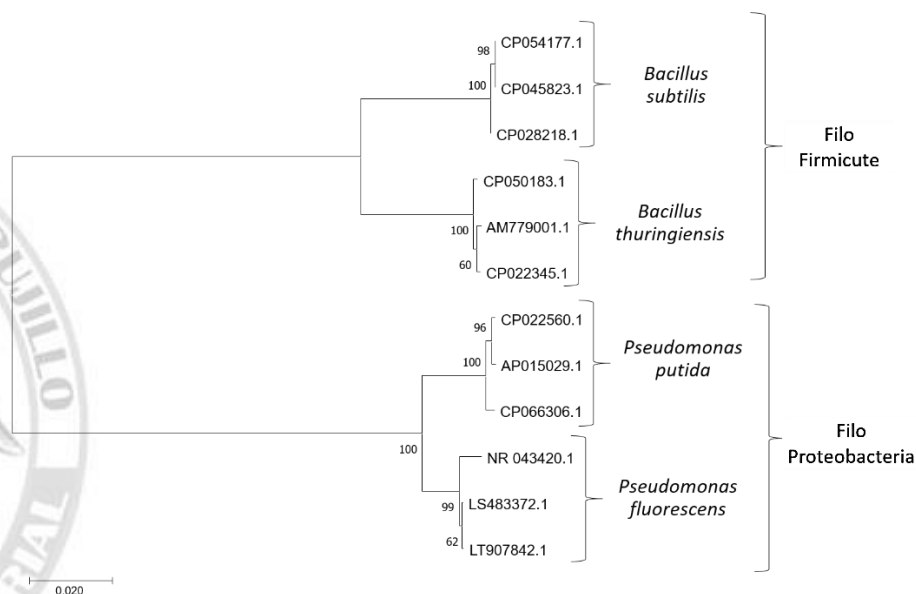


Figura 2. Árbol filogenético inferido mediante el método de Neighbor joining con un valor de bootstrap de 1000 réplicas, de bacterias (basado en la región DNA16S).

Estudio de microorganismos de interés agrícola en las universidades peruanas

Se revisó el registro de tesis del Perú en los últimos 20 años, y se tomaron en cuenta todas aquellas que plantean la eficacia del uso de microorganismos en el control de plagas y enfermedades. Los microorganismos estudiados por su actividad entomopatógena representan el 36,92%; mientras que los antagonistas ascendieron al 63,08%, del total de tesis registradas en RENATI y las Bibliotecas de las Universidades del Perú. De este total, destacan las escuelas de Agronomía con el 50,8% de trabajos de tesis relacionados al uso de estos microorganismos; le siguen Biología (24,6%), Microbiología (21,5%), Estadística (1,5%) y Biotecnología (1,5%). La Universidad que más estudios ha realizado al respecto es la Universidad Nacional de Trujillo con 21,5% del total, seguida de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán y la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, con 9,2% cada uno. El 96,92% de los

estudios fueron hechos por estudiantes de Pregrado, el 1,54% por estudiantes de maestría y el 1,54% restante, por estudiantes de doctorado. Entre las especies de entomopatógenos y antagonistas más ensayadas en el Perú, destaca en primer lugar *Beauveria bassiana* (44,6%), seguido de *Metarhizium anisopliae* (29,2%) y *Trichoderma* spp (21,5%) (Tabla 9). Mientras que la especie cultivada en la que más pruebas se hicieron es el café (9,2%) seguido de banano (7,7%) y maíz (6,2%); destacan en los últimos años investigaciones en menor rango, pero sobre los cultivos más exportados por el Perú el palto (6,2%) y el arándano (4,6%).

Los ensayos realizados en las universidades del Perú muestran un balance entre las experiencias In vitro (53,8%) e In vivo (46,2%). Respecto a las plagas motivo de estudios con entomopatógenos y antagonistas, destacan las especies *Spodoptera frugiperda* (7,9%) y *Fusarium* spp. (6,6%), que muestran la importancia de estas plagas en la agricultura nacional.

Tabla 9
Microorganismos motivo de tesis en las universidades peruanas

Microorganismo	Porcentaje (%)	Referencia
<i>Beauveria bassiana</i>	44,6	Mandujano, 2015, Fernández & Paico 2018, Carbonero & Córdova 2014, Bravo 2017, Arias 2018, Morocco 2017, Rojas 2013, Hanco 2019, Esquivel 2010, Miguel 2019, Cotrado 2017, Bolo 2014, Puelles 2018, Celestino 2019, Carbajal 2019, Núñez 2017, More 2016, Jorge 2018, Chávary 2015, Jara 2009, Avila 2013, Prieto 2019, Choque 2016, Vásquez 2015, Quiroz 2013, Mendoza 2019, Vilchez 2019, Choque 2018.
<i>Metarhizium anisopliae</i>	29,2	Mandujano 2015, Arias 2018, Morocco 2017, Rojas 2013, Hanco 2019, Esquivel 2010, Miguel 2019, Cotrado 2017, Puelles 2018, Carbajal 2019, Jorge 2018, Chávary 2015, Prieto 2019, Choque 2016, Quiroz 2013, Parco 2019, Zárate 2015, Cobian 2013, Roque 2018.
<i>Trichoderma</i> spp.	21,5	Llicahua 2018, Ricaldi 2013, Hernández 2019, Gamboa 2013, Camarena 2012, Torres 2012, Pillaca 2019, Barrios 2016, Perez 2016, Castillo 2012, Sucaticona 2018, Mamani 2020, Mejía 2018, Pisco 2012.
<i>Lecanicillium lecanii</i> / <i>Verticillium lecanii</i>	13,9	Bolo 2014, Choque 2018, Núñez 2017, Jorge 2018, Loje 2019, Guerrero 2017, Lobaton 2010
<i>Isaria fumosorosea</i> / <i>Paecilomyces fumosoroseus</i>	12,3	Morocco 2017, Hanco 2019, Zárate 2015, Vásquez 2015, Quiroz 2013, Flores 2012, Guerrero 2017, Lobaton 2010
<i>Bacillus subtilis</i>	6,2	Miguel 2019, Carbajal 2019, Vaca 2019, Llanos 2017.
<i>Bacillus</i> spp.	4,6	Pérez 2016, Hernandez & Tarrillo 2017, Chanta & Ruiz 2018.
<i>Bacillus thuringiensis</i>	4,6	Miguel 2019, Gutierrez 2017.
<i>Beauveria brongniartii</i>	4,6	Mandujano, 2015, Bravo, 2017, Esquivel, 2010.
<i>Trichoderma harzianum</i>	4,6	Jara Almonte, 2015, Flores, 2016.
<i>Trichoderma viride</i>	3,1	Memenza, 2009, Romero, 2018.
<i>Acremonium</i> sp.	1,5	Falconi, 2009.
<i>Actinomyces</i> spp.	1,5	Chumpitaz, 2019.
<i>Bacillus velezensis</i>	1,5	García, 2020.
<i>Beauveria</i> sp.	1,5	Falconi, 2009.
<i>Lecanicillium</i> spp.	1,5	Sucaticona, 2018.
<i>Purpureocillium lilacinum</i>	1,5	Cotrado, 2017.
<i>Scopulariopsis</i> sp.	1,5	Falconi, 2009.

Uso de entomopatógenos y antagonistas reportados en artículos científicos en el Perú

En los últimos 20 años sólo hay 32 artículos publicados por entidades nacionales (Vasquez & Martos 2003a, 2003b; Licerias-Zárate & Escuadra-Vergaray, 2006; Pariona et al., 2007; Falconi et al., 2010; Flores et al., 2011; Cedano y Cubas 2012; Malpartida-Zevallos et al., 2013; Aguirre & Krugg, 2014; Lopez et al., 2014; Del Castillo et al. 2014; Arcos & Zúñiga, 2015; Avalos & Wilson, 2015; Villacorta et al., 2017; Gonzales et al., 2017; Condemarín et al., 2018; León et al., 2018; Llanos & Apaza, 2018; Gonzales & Mattos, 2018; Mamani & Aragón, 2018; Garrido & Vilela, 2019; Pérez & García-Godos, 2019; Mamani et al., 2019; Carranza & Krugg, 2020; Gonzales-Pariona et al. 2020; Ríos et al., 2020; Rodriguez et al., 2021; Dadther-Huamán et al., 2020; Vela et al., 2020; Morales et al., 2020; Leiva et al., 2020; Rafael-Rutte et al., 2020) en donde se evalúe el efecto de los entomopatógenos y antagonistas en plagas o enfermedades, ya sea en campo o laboratorio. De las entidades nacionales que han sido partícipes de estas publicaciones científicas, el 10,5% pertenece a instituciones particulares, aunque ninguna universidad privada. Sucediendo todo lo contrario en entidades nacionales, ya que el 86,5% de instituciones partícipes de publicaciones, fueron universidades nacionales, pero ninguna universidad particular, salvo la Universidad César Vallejo, fue partícipe de alguna publicación de artículos sobre entomopatógenos y antagonistas. De las universidades nacionales, quien más reportes con hongos entomopatógenos tiene son la Universidad Nacional Agraria la Molina y la Universidad Nacional de Trujillo (UNITRU) con el 23,5%, seguido de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos con el 11,8%. Asimismo, las regiones que más trabajos tienen son el centro y el norte con 47,1% y 35,3% respectivamente. Por otra parte, el hongo con más reportes publicados por instituciones peruanas es *Beauveria bassiana* con el 24,1%, seguido de *Metarhizium anisopliae* y *Trichoderma nativas* con 13,8%. Además, un 10,3% reportan trabajos con *Bacillus subtilis*. Sobre los organismos a los que controlan, el 51,4% de las publicaciones trabajaron con insectos y el 24,3% fueron trabajos con hongos fitopatógenos. Asimismo, trabajos con ácaros, nematodos y oomicetos fue un 8,1% para cada uno. De los insectos, las órdenes Lepidoptera y Hemiptera fueron las que tuvieron más reportes con 52,6% y 26,3% respectivamente, siendo

Spodoptera frugiperda la especie con la que más se ha trabajado, con un 15,8% de los reportes. De estas publicaciones, vale resaltar que el 87,5% de las publicaciones se realizaron desde el 2011 hasta la actualidad, siendo lo restante del 2000 al 2010. Esto puede deberse posiblemente a que recién en el 2008 se publicó la Ley de Sanidad Agraria (Decreto Legislativo N° 1069) el cual designa al SENASA como autoridad nacional con las funciones de prevenir, controlar, erradicar plagas agrícolas, regular insumos para el control de plagas, y promocionar el manejo integrado de plagas. De este modo, se reguló el uso de entomopatógenos y antagonistas, favoreciendo su uso. A esto hay que agregar que algunos de los autores de los artículos registrados, son consultores de varios fundos.

Eficacia de entomopatógenos y antagonistas en cultivos de agroexportación del Perú trabajados internacionalmente

El uso de hongos entomopatógenos puede ser una herramienta promisoriosa en el control de diversas plagas y enfermedades para sustituir la dependencia de insecticidas químicos. Para ello es de vital importancia seleccionar las especies más eficaces que controlen una plaga. En la selección de especies, para poder ser aplicada en campo necesariamente se sigue un protocolo: la evaluación en el laboratorio, seguido de la evaluación en experimental en invernadero, y luego la utilización en campo. Por eso, cuando se habla de una especie seleccionada quiere decir que todas las fases se han realizado. Así, se realizó una búsqueda de reportes internacionales en donde evalúe la eficacia de los principales entomopatógenos que se utilizan en los cultivos de agroexportación de Perú. En dichos cultivos seleccionados se encontró poco material bibliográfico con la idea de dar a conocer que incluso a nivel mundial, hay mucho que trabajar y que la investigación básica es de vital importancia. En la [Tabla 10](#) se puede visualizar reportes de la eficacia de *Beauveria bassiana* en los cultivos de arándano, banana, palto, espárrago y vid. Se puede ver que la eficiencia de dicho hongo se observa en dosis promedio de 10^4 esporas/ml para controlar thrips en Costa Rica; sin embargo, al aumentar la concentración, se observa la más común es 10^8 esporas/ml en coleópteros de las familias Curculionidae (*Odoiporus longicollis* y *Heilipus lauri*) y Scolytidae (*Xyleborus affinis*). En la [Tabla 11](#), se muestra la eficiencia con *Bacillus*, no se especifica mucho sobre la concentración adecuada para su uso. Sólo en algunos reportes

se da una concentración determinada de 10^3 y 10^8 para el control de hongos y plagas. Por lo que, de la misma forma en el caso de *Metarhizium*, hay pocas evaluaciones en las que se dé una concentración específica del microorganismo a utilizar. En la [Tabla 12](#) se visualiza que *Metarhizium anisopliae* es efectivo en las concentraciones entre 10^6 a 10^9 esporas/ml. En dichas concentraciones resultó efectivo contra

coleópteros (*Cosmopolites sordidus* y *Aegorhinus superciliosus*) y lepidópteros (*Erionata torus*). Como se aprecia en líneas generales, existen pocas experiencias que validen protocolos completos de su utilización en campo que permita una eficacia mucho mayor y su consideración dentro de los programas de manejo integrado de plagas en la misma importancia que otros métodos de control como el control químico.

Tabla 10
Eficacia de *Beauveria bassiana* en principales cultivos de agroexportación de Perú

Cultivo	Eficacia	Dosis	Plaga	Órgano atacado	País	Referencia
Arándano	La inmersión de frutas causó una mortalidad significativa después de 24 horas y redujeron la emergencia del insecto en comparación con el control.	1,0 mL de Botani-Gard en 100 mL de agua desionizada	<i>Drosophila suzukii</i>	fruto	Estados Unidos	Rhodes et al. 2018
Banano	<i>B. bassiana</i> fue más efectivo en el control de <i>C. sordidus</i> .	10, 15 y 20 g L ⁻¹ fueron más efectivas	<i>Cosmopolites sordidus</i>	pseudotallo	Brasil	Moreira et al. 2017
	<i>B. bassiana</i> es más bioefectivo contra larvas de <i>O. longicollis</i> , causando > 90% de mortalidad significativa en los 12 y 18 días y para los gorgojos adultos una mortalidad máxima de 76,6% a los 27 días de la inoculación.	(1×10^8 conidios / ml ⁻¹)	<i>Odoiporus longicollis</i>	pseudotallo	India	Alagesan et al. 2019
Palto	La cepa <i>B. bassiana</i> causó una mayor mortalidad (DF = 3, F = 25.7, P = 0,0002), mostrando un aumento de casi ocho veces, 55% y 79% de mortalidad.	$2,5 \times 10^8$ esporas / mL o $2,5 \times 10^9$ esporas / mL	<i>Heilipus lauri</i>	semillas	Colombia	Clavijo & Holguin 2020
	La cepa BVMOG-Trips fue diferente estadísticamente con respecto a los otros 3 aislamientos	1×10^4 conidias/ml	<i>Thrips</i>	hojas	Costa Rica	Villalobos et al. 2011
	Todas las cepas mostraron actividad insecticida, induciendo hasta un 58% de mortalidad; sobre el 30% de los escarabajos muertos desarrollaron micelios aéreos (CHE-CNRCB 485) y el más rápido la tasa de mortalidad fue $t_0 = 1,95$ (CHE-CNRCB 44).	1×10^8 conidias/ml	<i>Xyleborus affinis</i>	tallo	México	Castrejón et al. 2020
Espárrago	<i>Beauveria bassiana</i> ayudan a reducir la población inicial de trips al atacar las pupas en el suelo durante el período de cosecha de primavera.	-	<i>Frankliniella occidentalis</i> , <i>Frankliniella intonsa</i> , <i>Thrips tabaci</i> y <i>Thrips palmi</i>	follaje	Korea	Jeon & Kim 2019
Vid	<i>B. bassiana</i> endofítica reduce la tasa de infestación y el crecimiento de <i>P. ficus</i> . En el viñedo se detectó <i>B. bassiana</i> como endófito en plantas de vid maduras hasta cinco semanas después de la última aplicación con una reducción significativa de la infestación por la cigarrita de la uva, <i>Empoasca vitis</i>	-	<i>Planococcus ficus</i> / <i>Empoasca vitis</i>	hojas	Alemania	Rondot & Reineke 2018
	<i>B. bassiana</i> enfrentados contra el áfido <i>A. illinoisensis</i> mostró virulencia eficaz	$6,13 \times 10^6$ y $7,474 \times 10^7$ conidias/m	<i>Aphis illinoisensis</i>	hojas	Arabia Saudí	Sayed et al. 2020
	El aislamiento de <i>B. bassiana</i> fue el más tratamiento eficaz contra larvas de <i>X. arvicola</i> y ayudar a prevenir la perforación de larvas en las enredaderas y matar adultos	1×10^7 conidias/mL	<i>Xylotrechus arvicola</i>	fruto	España	Rodríguez et al. 2018

Tabla 11

Eficacia de *Bacillus* sp. en principales cultivos de agroexportación de Perú

Cultivo	Eficacia	Dosis	Plaga	Órgano atacado	País	Referencia
Arándano	<i>Bacillus</i> y <i>Pseudomonas</i> redujeron el crecimiento micelial de <i>B. cinerea</i> y <i>A. alternata</i> hasta en un 42 y 27%, respectivamente, reduciendo la incidencia y severidad de la pudrición hasta en un 50 y 64%, respectivamente.	Suspensión bacteriana de 5×10^8 cells/mL y aplicación de 10 uL/fruto	<i>Botrytis cinerea</i> y <i>Alternaria alternata</i>	fruto	Canadá	Kumiawan et al. 2018
	La incidencia de moho gris en frutos de arándanos tratados con <i>B. subtilis</i> KLBC BS6 (e inoculados con <i>B. cinerea</i>) se redujo en comparación con el de la fruta de control después de 4 días de incubación, mostrando mayor eficacia de forma preventiva.	-	<i>Botrytis cinerea</i>	fruto	China	Lu et al. 2020
Banano	Las aplicaciones de <i>Bacillus subtilis</i> a una tasa alta (60 ml) redujeron la incidencia de la enfermedad en un 35,28% y 45,09% a los 45 y 90 DAT respectivamente. La gravedad de la enfermedad disminuyó en un 39,83% a los 45 DAT y aumentó en un 45,09% a los 90 DAT y en condiciones de buen riego.	60 ml/planta	<i>Fusarium oxysporum</i>	raíz	Bangladesh	Din et al. 2018
	El filtrado de cultivo (CF) de la cepa CCIBP-C5 de <i>Bacillus pumilus</i> , un aislado de una filósfera de hojas de banano (<i>Musa</i>) tiene actividad antifúngica en plantas de banano expuestas a <i>Pseudocercospora fijiensis</i> .	-	<i>Pseudocercospora fijiensis</i>	hoja	Cuba	Cruz et al. 2018
Palto	El sobrenadante libre de células bacterianas de <i>Bacillus mycooides</i> redujo el crecimiento micelial de un miembro de <i>C. gloeosporioides</i> complejo de especies aislado de aguacate en un 65%, mientras que el sobrenadante de <i>Bacillus tequilensis</i> A3 lo hizo en un 25% después de 3 días después de la inoculación.	-	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	fruto	México	Guerrero et al. 2020
Espárrago	<i>B. subtilis</i> BAS114 puede inhibir el hongo patógeno de los espárragos.	-	<i>Phomopsis asparagi</i>	tallo	Tailandia	Thammasitirong 2017
Vid	<i>Bacillus subtilis</i> es un agente de control biológico eficaz contra <i>Plasmopara viticola</i> , el agente causal del mildiú veloso de la vid y la actividad resulta tanto del efecto directo contra el patógeno como de la estimulación de las defensas de la planta (inducción de la expresión de genes de defensa y producción de calosa).	-	<i>Plasmopara viticola</i>	hojas	China	Li et al. 2019
	<i>Bacillus licheniformis</i> tiene efecto antagonista sobre los hongos patógenos de la vid.	10^3 células / ml bacterias suspensión (en MgSO mM 10 4 buffer) por medio de una jeringa sin aguja	<i>Phaeoacremonium aleophilum</i> , <i>Phaeoconiella</i> spp, <i>Botryosphaeria</i> spp, <i>Botrytis cinerea</i> y patógenos vegetales más genéricos <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> y <i>Phytophthora infestans</i> .	varios	Italia	Nigris et al. 2018

Desafíos actuales y futuros

Existe mayor cantidad de tesis que artículos publicados en Perú; sin embargo, como existen pocas publicaciones, las tesis de entomopatógenos y antagonistas se comenzaron a incrementar después de la promulgación de la Ley de Sanidad Agraria en el 2008.

Se resalta la importancia de implementar nuevas investigaciones de control de plagas y

enfermedades en cultivos de agroexportación a través del uso de microorganismos entomopatógenos y antagonistas, sobresaliendo el empleo de hongos y bacterias como grupos mayoritarios y más comúnmente empleados para este fin. Es preciso unir esfuerzos entre las universidades, las empresas agrícolas y las que producen controladores biológicos para hacer frente a una agricultura de vanguardia.

Tabla 12

Eficacia de *Metarhizium anisopliae* en principales cultivos de agroexportación de Perú

Cultivo	Eficacia	Dosis	Plaga	Órgano atacado	País	Referencia
Arándano	Las pruebas de patogenicidad muestran que <i>M. anisopliae</i> alcanzó una tasa de mortalidad del 90% ($p < 0,01$) y patogenicidad hacia <i>Aegorhinus superciliosus</i> .	1 ml de suspensiones de 1×10^7 conidias mL^{-1}	<i>Aegorhinus superciliosus</i>	raíz	Chile	Sepúlveda et al. 2016
	En el laboratorio, la emergencia de <i>R. mendax</i> se redujo del 80% en el control al 57-60% con <i>M. anisopliae</i> . En el campo, la emergencia de <i>R. mendax</i> se redujo en un 50% con la aplicación a las pupas más jóvenes en comparación con los controles y las aplicaciones a las pupas más viejas.	-	<i>Rhagoletis mendax</i>	frutos	Canadá	Renkema et al. 2020
Banano	<i>Metarhizium anisopliae</i> registró efectividad contra las larvas de la hoja enrollada de la banana y se recomienda para su manejo.	1×10^9 ufc/ml	<i>Erionata torus</i>	hoja	India	Guru et al. 2018
	<i>M. anisopliae</i> redujo las poblaciones de <i>C. sordidus</i> en un 48,5%. El porcentaje de micosis en adultos capturados fue superior al 50% durante todo el período de evaluación (1,6 meses).	8.6×10^6 conidia mL^{-1}	<i>Cosmopolites sordidus</i>	raíz	México	González et al. 2018
Vid	<i>M. anisopliae</i> fue muy eficiente en el control de las etapas larvaria y pupal de <i>Lobesia botrana</i> , con tasas de mortalidad que oscilan entre el 81 y el 98% (entre 4 y 6 días). Además, la inhibición del crecimiento sobre cepas de <i>Botrytis cinerea</i> resultaron en porcentajes que variaron del 47 al 64%.	Se infectó a larvas y pupas individuales en cultivos de esporulación de 15 días con <i>M. anisopliae</i> durante 5 s.	<i>Lobesia botrana</i> / <i>Botrytis cinerea</i>	fruto	Egypto	Aguilera et al. 2018

Referencias bibliográficas

- Agroaria.pe. (2020). Un complejo momento de transición para el espárrago peruano. <https://agroaria.pe/noticias/un-complejo-momento-de-transicion-para-el-esparrago-peruano-21043>
- Sammartano, J. A., Deymié, M., Herrera, M., Vazquez, F., Cuthbertson, A. G., López-Lastra, C., & Lechner, B. (2018). The entomopathogenic fungus, *Metarhizium anisopliae* for the European grapevine moth, *Lobesia botrana* Den. & Schiff. (Lepidoptera: Tortricidae) and its effect to the phytopathogenic fungus, *Botrytis cinerea*. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 28(1), 1-8.
- Aguirre, E. P. A., & Krugg, J. H. W. (2014). Efecto de *Lecanicillium lecanii* y *Beauveria bassiana* sobre el ácaro *Panonychus citri* en condiciones de laboratorio. *Rebiol*, 34(1), 42-50.
- Alagesan, A., Padmanaban, B., Tharani, G., Jawahar, S., & Manivannan, S. (2019). An assessment of biological control of the banana pseudostem weevil *Odoiporus longicollis* (Olivier) by entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana*. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 20, 101262.
- Arcos, J., & Zúñiga, D. (2015). Efecto de rizobacterias en el control de *Rhizoctonia solani* en el cultivo de papa. *Ecología Aplicada*, 14(2), 95-101.
- Arias, E. (2018). Efecto de cuatro entomopatógenos en el control in vitro del escarabajo defoliador (*Disonycha* sp.) en el cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.). Tesis de bachiller, Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú. 88p.
- Avalos, K., & Wilson, J. (2015). Efecto de *Lecanicillium lecanii* y *Beauveria bassiana* sobre *Planococcus citri* en condiciones de laboratorio. *Revista REBIOLEST*, 3(1), 63-70.
- Ávila R. (2013) Efecto de *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Isaria fumosorosea*, y *Lecanicillium lecanii* sobre *Oiketicus kirbyi* "bicho del canasto" en condiciones de laboratorio. Tesis de bachiller, Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú. 44p.
- Barrientos Felipa P. (2018). La agricultura peruana y su capacidad de competir en el mercado internacional. *Equidad y Desarrollo*, 1(32), 143-179.
- Barrios M. (2016). Efecto de *Trichoderma* sp. como antagonista y fungicidas en el control del hongo simbiote de la hormiga arriera (*Atta* sp.) Santa Ana - La Convención – Cusco. Tesis de bachiller, Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, Cusco, Perú. 140p.
- Bolo, M. (2014). Efecto de hongos entomopatógenos y aceite agrícola en la mortalidad de ninfas de mosca blanca gigante en plantas de palto, campamento San José - Virú - La Libertad 2013. Tesis de bachiller, Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú. 54p.
- Bravo, A. (2017). Determinación del efecto de la aplicación de hongos entomopatógenos en el control de gorgojo de la alfalfa (*Medicago sativa* L.) en el distrito de Jesús – Cajamarca. Tesis de bachiller, Universidad Nacional de Cajamarca, Perú. 55p.
- Camarena, J. (2012). Efecto de la actividad metabólica de cepas de hongos antagonistas sobre *Alternaria alternata* (fr.) causante de la mancha parda en cítricos. Tesis de bachiller, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú. 95p.
- Campos, M. A. R. (2018). El uso de pesticidas en la agricultura y su desorden ambiental. *Revista Enfermería la Vanguardia*, 6(2), 40-47.
- Campos, M., Cabrera, R., Pérez, M., & Laura, B. (2017). Tendencia del mercado y la producción de los productos orgánicos en el Perú. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 19(4), 427-431.
- Carbajal, K. (2019). Uso de entomopatógenos en el control de cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz morado (*Zea mays* L.) en el Cifo-Unheval. Tesis de bachiller, Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Huánuco, Perú. 138p.
- Carbonero, C., & Córdova, M. (2014). Aislamiento de hongos entomopatógenos de suelos agrícolas de Ica y su efectividad in vitro en el control de *Spodoptera frugiperda* (Smith), enero - marzo 2013. Tesis de bachiller, Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica, Ica, Perú. 53p.
- Carranza, J. H., & Krugg, J. W. (2016). Efecto de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* sobre adultos y ninfas de *Oligonychus* sp. en condiciones de laboratorio. *Rebiol*, 36(1), 51-58.
- Castillo, J. (2012). Efecto antagonístico in vitro de cuatro especies nativas de *Trichoderma* spp. sobre *Fusarium moniliforme*. Tesis de bachiller, Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú. 62p.
- Castrejón-Antonio, J. E., Tamez-Guerra, P., Montesinos-Matías, R., Ek-Ramos, M. J., Garza-López, P. M., & Arredondo-Bernal, H. C. (2020). Selection of *Beauveria bassiana* (Hypocreales: Cordycipitaceae) strains to control *Xyleborus affinis* (Curculionidae: Scolytinae) females. *PeerJ*, 8, e9472.

- Castro, H. L., Goicochea, C. U., & Flores, M. F. (2018). El sistema de agronegocios en el Perú: de la agricultura familiar al negocio agroalimentario. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 43, 1-16.
- Cedano, C., & Cubas, P. (2012). *Baeuveria bassiana* (Bals) Vuill y *Metarhizium anisoplae* (Metsch.) Sorokin para el control de pupas de *Prodioplosis longifila* Gagné en el cultivo de espárrago. *Scientia Agropecuaria*, 3(1), 29-34.
- Celestino, D. (2019). Aplicación de *Beauveria bassiana* para el control de *Ceratitis capitata* en Mandarina en Huaral. Tesis de bachiller, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho, Perú. 105p.
- Chanta, J., & Ruíz, M. (2018). Potencial de *Bacillus* spp. en el control de hongos del género *Fusarium* causantes de pudrición en raíces de *Lycopersicon esculentum* Mill. Tesis de bachiller, Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo, Lambayeque, Perú. 106p.
- Chávarry, M. (2015). Efecto de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisoplae* sobre larvas de *Heliothis virescens*, en condiciones de laboratorio. Tesis de bachiller, Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú. 52p.
- Cholán J., & Rodríguez, H. (2019). Las Exportaciones de Productos no Tradicionales del Perú hacia los Mercados del APEC, Periodo: 2007-2014. *Revista Ciencia y Tecnología*, 12(4), 33-47.
- Choque, M. (2016). Eficacia de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisoplae* sobre "Gorgojo de los Andes" *Premnotypus* spp. en el cultivo de papa en condiciones de campo en Huatata distrito-Chinchero-Urubamba. Tesis de bachiller, Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, Cusco, Perú. 140p.
- Choque, R. (2018). Control de larvas de *Plutella xylostella* (L.), con *Beauveria bassiana* y *Lecanicillium lecanii* en brócoli (*Brassica oleracea* var. Italica) cv. Legacy en dos localidades de Arequipa. Tesis de bachiller, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, Perú. 79p.
- Chumpitaz, A. (2019). Caracterización de actinomicetos rizosféricos aislados de cultivos orgánicos de papa nativa *Solanum tuberosum*, L y evaluación de su actividad antagonista a *Phytophthora infestans* (Mont) de Bary. Tesis de bachiller, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú. 85p.
- Clavijo, A. P., & Holguin, C. M. (2020). Patogenicidad de cepas de hongos entomopatógenos comerciales en el barrenador de la semilla de aguacate (ASB), *Heilipus lauri* (Coleoptera: Curculionidae) en condiciones de laboratorio. *Revista Internacional de Ciencia de Insectos Tropicales*, 40(4), 1059-1067.
- Cobian, S. (2013). Efecto de tres concentraciones de *Metarhizium anisoplae* (Metschnikoff) sorokin, sobre *Plutella xylostella* (L.) en condiciones de laboratorio. Tesis de bachiller, Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú. 54p.
- Condemarin, C., Oyola, M., Mialhe, E., Quimi Mujica, J., Astudillo Urbina, S., Gutierrez Calle, S., ... & León Temple, G. (2018). Efecto de bacterias nativas del suelo cultivado y prístino sobre el control del nematodo agallador radicular, *Meloidogyne javanica*. en condiciones in vitro y producción de biomasa. *Amaldao*, 25(2), 515-528.
- Cotrado, M. (2017). Hongos entomopatógenos y control químico en el manejo integrado de *Delia platura* Meigen., "mosca de la semilla" en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L. Var. Italica) cv. 'Legacy' en Valle de Chilina - Arequipa. Tesis de bachiller, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, Perú. 139p.
- Cruz-Martín, M., Acosta-Suárez, M., Mena, E., Roque, B., Pichardo, T., & Alvarado-Capó, Y. (2018). Effect of *Bacillus pumilus* CCIBP-C5 on *Musa*-*Pseudocercospora fijiensis* interaction. *3 Biotech*, 8(2), 1-10.
- Dadther-Huaman, H., Machaca-Paccara, A., & Quispe-Castro, R. (2020). Eficacia de nueve métodos de control de *Oregomyza peruviana* (Granara de Willink & Diaz) (Hemiptera: Coccidae: Eriococcidae) en *Vitis vinifera* L.'Negra Criolla' y 'Quebranta'. *Scientia Agropecuaria*, 11(1), 95-103.
- Del Castillo, A. O., Collantes, A. C., Cox, T. G., & Wilson, K. J. (2014). Efecto de dos especies nativas de *Trichoderma* sobre huevos y juveniles de *Meloidogyne* sp. en condiciones de laboratorio. *Revista REBIOLEST*, 2(1), 24-36.
- Díaz, O., & Aguilar, C. C. R. B. (2018). Los pesticidas; clasificación, necesidad de un manejo integrado y alternativas para reducir su consumo indebido: una revisión. *Revista Científica Agroecosistemas*, 6(2), 14-30.
- Din, S. N. M., Sakimin, S. Z., Sijam, K., Baghdadi, A., & Zakaria, M. A. T. (2018). Potential of *Bacillus subtilis* inoculated on Biorchar Amended Soil for Suppression of Fusarium Wilt, Biochemical Changes and Leaf Gas Exchange under Water Stress Condition of Banana (*Musa acuminata*) cv. Berangan. *Fundamental and Applied Agriculture*.
- Eguren, F. (2006). Reforma agraria y desarrollo rural en la región andina. Lima: CEPES.
- Esquivel, R. (2010). Tres cepas de hongos entomopatógenos multiplicadas en medios líquido y sólido para el control de *Schistocerca piceifrons* peruviana. Tesis de maestría, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho, Perú. 108p.
- Fairlie, A. (2008). Asociaciones de pequeños productores y exportaciones de banano orgánico en el valle del Chira. Lima, COPLA. 126 p.
- Falconi, F. (2009). Evaluación in vitro de hongos entomopatógenos como agentes potenciales para el control de *Dysdercus peruvianus* Guérin-Ménéville 1831 (Hemiptera: Pyrrhocoridae) plaga del cultivo del algodón. Tesis de bachiller, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú. 85p.
- Falconi, F., Flores, A., & Castellanos, P. (2010). Letalidad de hongos entomopatógenos sobre *Dysdercus peruvianus* (Hemiptera: Pyrrhocoridae). *Revista peruana de Biología*, 17(2), 225-229.
- FAO. 2017. Producción de banano orgánico en Perú. Foro Mundial Bananero Colección de Buenas Prácticas. <http://www.fao.org/3/a-i6870s.pdf>
- Fernández, C., & Paico, S. (2018). Concentración mínima efectiva del entomopatógeno *Beauveria bassiana* expuesta a radiación UV-C sobre *Spodoptera frugiperda* y *Cosmopolites sordidus*. Tesis de bachiller, Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo, Lambayeque, Perú. 101p.
- Flores, A., Egúsqiza, R., Alcarraz, M., Woolcott, J. C., Benavides, E., Godoy, J., Huerta, D., Jesús, Y., & Patiño, A. (2011). Biodiversidad de *Bacillus thuringiensis* aislados de agroecosistemas peruanos y evaluación del potencial bioinsecticida. *Ciencia e Investigación*, 14(1), 30-35.
- Flores, B. (2012). Efecto de *Isaria fumosorosea* (nativo) y *Lecanicillium lecanii* sobre las ninfas de *Frankliniella parvula* (Thrips de la flor) *Chaetanaphothrips signipennis* (Thrips de la mancha roja) de los cultivos bananeros del Valle del Chira -Piura bajo condiciones de laboratorio y de campo. Tesis de bachiller, Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú. 85p.
- Flores, W. (2016). Control biológico in vitro de *Colletotrichum gloeosporioides* causante de la antracnosis frente a *Clonostachys rosea*, *Fusarium oxysporum* y *Trichoderma harzianum*. Tesis de bachiller, Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú. 103p.
- Gamboa, M. (2013). Aislamiento, identificación y evaluación de la actividad antagonista de *Trichoderma* spp frente a *Rhizoctonia solani* de una zona cafetalera del centro poblado de Collicate, departamento Amazonas. Tesis de bachiller, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú. 108p.
- García, K. (2020). Evaluación in vitro de especies bacterianas nativas del género *Bacillus* aisladas a partir de cultivares de cebolla (*Allium cepa*) como biocontroladores de *Fusarium* SP. en la Irrigación de Santa Rita de Sigwas - Arequipa. Tesis de bachiller, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima.
- Garrido, M., & Vilela, N. (2019). Capacidad antagónica de *Trichoderma harzianum* frente a *Rhizoctonia*, *Nakatea sigmoidea* y *Sclerotium rolfsii* y su efecto en cepas nativas de *Trichoderma* aisladas de cultivos de arroz. *Scientia Agropecuaria*, 10(2), 199-206.
- Gonzales, H. L., Sánchez, C. W. A., Vásquez, J. M. V., Malca, M. R. M., & López, J. W. G. (2017). Patogenicidad de *beauveria bassiana* (bals) vuill., sobre el gusano barrenador del loche *diaphania hyalinata* (Lepidoptera: Pyralidae) en laboratorio. *UCV-HACER: Revista de Investigación y Cultura*, 6(2), 73-80.
- Gonzales, M., & Mattos, L. (2018). Cultural, biological and chemical control of the white rot fungus (*Sclerotium cepivorum*, Berk) in onions (*Allium cepa*) in Arequipa's countryside. *Peruvian Journal of Agronomy*, 2(3), 27-34.
- Gonzales-Pariona, F. J., Jacobo-Salinas, S. S., & Valverde-Rodríguez, A. (2020). Efectividad de *Bacillus* sp y caolín en el

- control de *Oligonychus yothersi* (McGregor) en el cultivo del palto. *Manglar*, 17(3), 233-238.
- González, D. N., Chávez, M. A. Á., Gutiérrez, R. L., Cupul, W. C., Ochoa, J. M., & Velasco, E. G. (2018). Suitability of *Cordyceps bassiana* and *Metarhizium anisopliae* for biological control of *Cosmopolites sordidus* (Germar) (Coleoptera: Curculionidae) in an organic Mexican banana plantation: laboratory and field trials. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 125(1), 73-81.
- Guerrero, J. (2017). Evaluación de microorganismos entomopatógenos y trampas para el control de (Chaetanaphothrips signipennis) THRIPS "de la Mancha Roja" en el cultivo de Banano Orgánico en el valle del Chira. Tesis de bachiller, Universidad Nacional de Piura, Piura, Perú. 99p.
- Guerrero-Barajas, C., Constantino-Salinas, E. A., Amora-Lazcano, E., Tlalapango-Ángeles, D., Mendoza-Figueroa, J. S., Cruz-Maya, J. A., & Jan-Roblero, J. (2020). *Bacillus mycooides* A1 and *Bacillus tequilensis* A3 inhibit the growth of a member of the phytopathogen *Colletotrichum gloeosporioides* species complex in avocado. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 100(10), 4049-4056.
- Guru, P. N., Patil, R., Patil, R. K., & Chatter, S. (2018). Bioefficacy of insecticides and biopesticides on banana leaf roller (Erionata torus Evans). *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 6(1), 1343-1346.
- Gutiérrez, E. (2017). Control biológico de cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y mazorquero (*Heliothis zea*) en el cultivo de maíz amiláceo (*Zea mays* L.), en la localidad de maucacalle Abancay – Apurímac. Tesis de bachiller, Universidad Tecnológica de los Andes, Apurímac, Perú. 92p.
- Hanco, E. (2019). Efectividad de tres Cepas de Hongos Entomopatógenos del Cepario del Laboratorio de Entomología y protección vegetal, sobre la larva de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) en condiciones de laboratorio Arequipa - 2017. Tesis de bachiller, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, Perú. 108p.
- Hernandez, E. (2019). Eficacia del control de moniliasis (*Monilophthora roreri*) por cuatro cepas de Trichoderma sp. En cacao fino de aroma en Bagua-Amazonas. Tesis de bachiller, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, Amazonas, Perú. 51p.
- Hernández, L., & Tarrillo, H. (2017). Especies de Bacillus aisladas de la rizósfera de *Asparagus officinalis* L. y su potencial en el control de hongos filamentosos causantes de pudrición en raíz y tallo. Tesis de bachiller, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, Perú. 143p.
- IPEH. (2019). Instituto Peruano del Espárrago y Hortalizas. Historia.
- Jara Almonte, A. (2015). Etiología y control, in vitro con *Trichoderma harzianum* de la pudrición radicular de cebolla (*Allium cepa* L.) en el valle de Locumba, provincia Jorge Basadre. Tesis de bachiller, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna, Perú. 139p.
- Jara, J. (2009). Evaluación de cepas nativas de *Beauveria bassiana* (Báls.) Vuill en el control biológico de gorgojo negro (*Cosmopolites sordidus* Germar) en condiciones de laboratorio. Tesis de bachiller, Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, Perú. 83p.
- Jeon, S. J., & Kim, S. K. (2019). Integrated Pest Management Strategies for Controlling Onion Thrips of Asparagus in Gangwon Province, Korea.
- Jorge A. (2018). Efecto de entomopatógenos y un insecticida químico en el control del "mazorquero del cacao" (*Carmentia foraseminis* busck (eichlin)) en el caserío de Pumahuasi. Tesis de bachiller, Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, Perú. 110p.
- Kepler, R. M., Luangsa-Ard, J. J., Hywel-Jones, N. L., Quandt, C. A., Sung, G. H., Rehner, S. A., ... & Shrestha, B. (2017). A phylogenetically-based nomenclature for Cordycipitaceae (Hypocreales). *IMA fungus*, 8(2), 335-353.
- Kurniawan, O., Wilson, K., Mohamed, R., & Avis, T. J. (2018). Bacillus and Pseudomonas spp. provide antifungal activity against gray mold and Alternaria rot on blueberry fruit. *Biological Control*, 126, 136-141.
- Leiva, S., Oliva, M., Hernández, E., Chuquibala, B., Rubio, K., García, F., & Torres de la Cruz, M. (2020). Assessment of the potential of trichoderma spp. strains native to bagua (Amazonas, Perú) in the biocontrol of frosty pod rot (*Monilophthora roreri*). *Agronomy*, 10(9), 1376.
- Leon Tacca, B., Ortiz Calcina, N., Condori Ticona, N., & Chura Yupanqui, E. (2018). Cepas de Trichoderma con capacidad endofítica sobre el control del mildiu (*Peronospora variabilis* Gáum.) y mejora del rendimiento de quinua. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 20(1), 19-30.
- Li, Y., Héloir, M. C., Zhang, X., Geissler, M., Trouvelot, S., Jacquens, L., ... & Adrian, M. (2019). Surfactin and fengycin contribute to the protection of a *Bacillus subtilis* strain against grape downy mildew by both direct effect and defence stimulation. *Molecular plant pathology*, 20(8), 1037-1050.
- Liceras-Zárate, L., & Escuadra-Vergaray, H. (2006). Efectividad de *Beauveria bassiana* (Bals.) en aplicaciones dirigidas y en forma espontánea en la represión eficiente y sostenida de *Prodioplosis longifila* Gagné (Diptera: Cecidomyiidae), en La Libertad, Perú. *Revista Peruana de Entomología*, 45(1), 133-134.
- Llanos, A. (2017). Control de *Botrytis cinerea* Pers. en fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.) cv. Aromas mediante fungicidas biológicos y - químicos en Huaral. Tesis de bachiller, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. 195p.
- Llanos, A., & Apaza, W. (2018). Antifungal activity of five chemical and two biological fungicides for the management of *Botrytis cinerea*, causal agent of Gray Mold in Strawberry. *Peruvian Journal of Agronomy*, 2(1), 1-8.
- Llicahua D. (2018). Aislamiento y efecto antagonista "in vitro" de Trichoderma spp. frente a Fusarium sp. del cultivo de cebolla de los distritos de Santa Rita de Siguan y de Tiabaya- Arequipa-2018. Tesis de bachiller, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, Perú. 99p.
- Lobaton, P. (2010). Aplicación de hongos entomopatógenos e inhibidor de quitina para el control de mosca blanca del fresno (*Siphoninus phillyreae*) en el olivo en condiciones de laboratorio y campo. Tesis de bachiller, Universidad Nacional de Piura, Piura, Perú. 143p.
- Loje, C. (2019). Efecto de *Lecanicillium lecanii* (Zimm.) sobre Tetranychus sp. en rosa (Rosa sp.). Tesis de bachiller, Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú. 55p.
- López, P. A., Banda, B. B., de la Cruz, R. B., Salcedo, D. B., & Barragán, J. A. (2014). Efecto de *Beauveria bassiana* sobre la mosca Anastrepha sp. y larvas del cogollero *Spodoptera frugiperda* en condiciones de laboratorio. *Revista REBIOLEST*, 2(1), 72-78.
- Lu, Y., Ma, D., He, X., Wang, F., Wu, J., Liu, Y., ... & Deng, J. (2021). *Bacillus subtilis* KLBC BS6 induces resistance and defence-related response against Botrytis cinerea in blueberry fruit. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 114, 101599.
- Luangsa-Ard, J., Houbraken, J., van Doorn, T., Hong, S. B., Borman, A. M., Hywel-Jones, N. L., & Samson, R. A. (2011). *Purpureocillium*, a new genus for the medically important *Paecilomyces lilacinus*. *FEMS microbiology letters*, 321(2), 141-149.
- Malpartida-Zevallos, J., Narrea-Cango, M., & Dale-Larraburre, W. (2013). Patogenicidad de *Beauveria bassiana* (Bals) Vuill., sobre el gusano defoliador del maracuyá Dione juno (Cramer) (Lepidoptera: Nymphalidae) en laboratorio. *Ecología Aplicada*, 12(2), 75-81.
- Malpica, A. Z., Nuñez, Y. C., & Jeri, M. A. (2019). Estado actual y tendencias en las exigencias de calidad e inocuidad alimentaria en la producción de quinua de la Asociación de Productores Heroínas Toledo-Orcotuna. *J. of Agri-food Science*, 1(1), 30-36.
- Mamani, E. (2020). Influencia de especies de Trichoderma spp. en el control de Botrytis fabae y su mejora en el rendimiento del cultivo de haba (Vicia faba L.) en el distrito de Chucuito – Puno. Tesis de bachiller, Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú. 87p.
- Mamani, E., Acosta, M., & Gonzales, M. (2019). Effect of the applications of a biological formulation (*Azotobacter salinestris*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Rhizophagus intraradices*) on the yield of Allium cepa 'Century'. *Peruvian Journal of Agronomy*, 3(3), 81-90.
- Mamani, J., & Aragón, L. (2018). Pseudomonas of the rhizosphere of avocado (*Persea Americana* Mill.) with biocontrol activity of Phytophthora cinnamomi Rands isolated in the central coast of Peru. *Peruvian Journal of Agronomy*, 2(3), 35-43.

- Mandujano, E. (2015). Control biológico de *Pagiocerus frontalis* Fabr. (*Gorgojo granero*) con los hongos entomopatógenos: *Beauveria brongniartii*, *B. bassiana* y *Metarhizium anisopliae*. Tesis de bachiller, Universidad Nacional del Centro del Perú, Lima, Perú. 99p.
- Mejía, K. (2018). Control de *Phytophthora cinnamomi* en el cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) cv. Biloxi con diferentes aislamientos de Trichoderma. Tesis de bachiller, Universidad Nacional Agraria La Molina, Puno, Perú. 98p.
- Memenza, M. (2009). Control biológico in vitro de *Botrytis cinerea* (Pers) mediante el uso de hongos antagonistas, en vid (*Vitis vinifera*). Tesis de bachiller, Universidad Nacional de Piura, Piura, Perú. 75p.
- Mendoza, C. (2019). *Beauveria bassiana* en el control de la Broca del café (*Hypothenemus hampei*, *Coffea arabica*) en el distrito de Oxapampa Pasco, 2018. Tesis de maestría, Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Huánuco, Perú. 104p.
- Miguel, N. (2019). Uso de entomopatógenos en el control de (*Leptophobia aripa* y *Brevicoryne brassicae*) en col (*Brassica oleracea* var. capitata) en CIFO UNHEVAL, 2019. Tesis de bachiller, Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Huánuco, Perú. 117p.
- Minagri. (2016). El Arándano en el Perú y el mundo. Producción, comercio y perspectivas.
- Morales, E. M., Lino, M. D., Ortega, E., & Castellanos, P. L. (2020). Evaluación de la capacidad antagonista in vitro de cepas de Trichoderma spp frente a *Phytophthora cinnamomi*, fitopatógeno de Persea americana (Palta). *Ciencia e Investigación*, 23(1), 65-70.
- More, L. (2016). Evaluación de *Beauveria bassiana* y nemátodos entomopatógenos como potenciales controladores biológicos del picudo del banano. Tesis de bachiller, Universidad Nacional de Piura, Piura, Perú. 45p.
- Moreira, F. J. C., de Abreu Araújo, B., da Silva, V. F., de Sousa Luna, N., Araújo, O. P., & dos Santos Braga, R. D. (2017). Controle de *Cosmopolites sordidus* (Coleoptera: Curculionidae) com os fungos entomopatógenos *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* em banana. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 12(3), 366-373.
- Moreyra, J. (2019). La Uva Peruana: Una oportunidad en el mercado mundial. *Ministerio de Agricultura y Riego*.
- Morocco V. (2017) Efecto de hongos nativos entomopatógenos sobre la hembra adulta de *Orthezia olivicola* Beingolea 1965 (Hemiptera: Ortheziidae) "Querena móvil del olivo", Arequipa – 2017. Tesis de bachiller, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, Perú. 111p.
- Mujica, M., & Whu, N. (2019). Biological Control in Perú. Biological Control in Latin America and the Caribbean: Its Rich History and Bright Future, 369-389.
- Nigris, S., Baldan, E., Tondello, A., Zanella, F., Vitulo, N., Favaro, G., ... & Baldan, B. (2018). Biocontrol traits of *Bacillus licheniformis* GL174, a culturable endophyte of *Vitis vinifera* cv. Glera. *BMC microbiology*, 18(1), 1-16.
- Núñez, H. (2017). Efecto de *Lecanicillium lecanii* (Zimm) y *Beauveria bassiana* (Bals) Vuill. Sobre pulgones en el cultivo de alfalfa (*Medicago sativa* L.) en Cajamarca. Tesis de bachiller, Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú. 75p.
- Parco, J. (2019). Efecto de entomopatógenos en el control de ácaros (*Oligonychus* sp.) en el cultivo de palto (*Persea americana* Mill) en CIFO - UNHEVAL, 2018. Tesis de bachiller, Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Huánuco, Perú. 138p.
- Pariona, N., Castellanos, P., & León, E. (2007). Capacidad entomocida de cepas nativas de *Beauveria* sp. sobre *Schistocerca piceifrons* peruviana (Lynch Arribalzaga, 1903). *Revista Peruana de Biología*, 14(2), 253-258.
- Pérez, D. (2016). Identificación del agente patógeno del marchitamiento de *Caesalpinia spinosa* "tara" y el efecto antagonista de *Bacillus* sp. y *Trichoderma* sp. Huamanguilla - Ayacucho 2012. Tesis de maestría, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho, Perú. 108p.
- Pérez, D., & García-Godos, P. (2019). Identificación del agente causal del marchitamiento en *Caesalpinia spinosa* tara y el efecto antagonista de aislados de *Bacillus* spp. y *Trichoderma* sp. *Ecología Aplicada*, 18(1), 51-57.
- Pillaca, E. (2019) Acción biocontroladora de tres especies de Trichoderma frente a *Cercospora asparagi* Sacc. en el cultivo de *Asparagus officinalis* L. (Espárrago). Tesis de bachiller, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú. 80p.
- Pisco, J. (2012). Eficiencia preliminar de aislamientos de Trichoderma sp. como promotor de crecimiento vegetativo y controlador biológico de *Sclerotium rolfsii* en frijol "Chaucha" (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis de bachiller, Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo Maria, Perú. 98p.
- Prieto, M. (2019). Determinación de la patogenicidad de cepas nativas de *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana*, e *Isaria fumosorosea* sobre "Chanchito blanco de la vid", *Pseudococcus viburni* (Hemiptera: Pseudococcidae). Tesis de bachiller, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, Perú. 112p.
- Puelles, E. (2018). Eficacia de dos extractos vegetales y dos tipos de hongos entomopatógenos para el control de *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleóptera: Curculionidae) en el cultivo de café orgánico, distrito de San Miguel del Faique, Huancabamba - Piura, 2017. Tesis de bachiller, Universidad Nacional de Piura, Piura, Perú. 105p.
- Quiroz, D. (2013). Efecto de *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Isaria fumosorosea*, y *Lecanicillium lecanii* sobre *Prodiplosis longifila* "mosquilla del brote" en condiciones de laboratorio. Tesis de bachiller, Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú. 45p.
- Rafael-Rutte, R., Aguilar, R., Maldonado, E. A., & Ruiz, M. (2020). Cepas nativas de *Bacillus thuringiensis* contra *Spodoptera frugiperda* y *Alabama argillacea* en el cultivo de algodón (*Gossypium barbadense*) en Piura, Perú. *Chilean journal of agricultural & animal sciences*, 36(1), 52-62.
- Renkema, J. M., Cutler, G. C., Sproule, J. M., & Johnson, D. L. (2020). Effect of *Metarhizium anisopliae* (Clavicipitaceae) on *Rhagoletis mendax* (Diptera: Tephritidae) pupae and adults. *The Canadian Entomologist*, 152(2), 237-248.
- Reyes, M. K. (2019). Procesamiento de arándanos frescos para exportación (*Vaccinium* sp.). Tesis de bachiller. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lamballeque, Perú, 98p.
- Rhodes, E. M., Avery, P. B., & Liburd, O. E. (2018). Efficacy of entomopathogenic fungal products for biological control of spotted wing drosophila (Diptera: Drosophilidae) under laboratory conditions. *Florida Entomologist*, 101(3), 526-528.
- Ricaldi, R. (2013). Acción antagonista in vitro de *Trichoderma harzianum* Rifai. sobre el crecimiento de *Botrytis cinerea* Pers F. en cultivo de *Fragaria vesca* L. "fresa" procedente del caserío de Quirihuac- distrito de Laredo, Provincia de Trujillo. Tesis de bachiller, Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú. 47p.
- Silva, R. R. D., Vargas-Flores, J., Sánchez-Choy, J., Oliva-Paredes, R., Alarcón-Castillo, T., & Panduro, P. P. V. (2020). *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* como controladores compatibles y eficientes de insectos plaga en cultivos acuapónicos. *Scientia Agropecuaria*, 11(3), 419-426.
- Rodríguez, A. V., Comejo, A., Sánchez, K. C., Herrera, H. C., & Salinas, S. J. (2020). Importancia de los entomopatógenos en el control de la plaga *Spodoptera frugiperda* (Smith) en el cultivo del maíz morado. *REBIOL*, 40(2), 206-217.
- Rodríguez-González, Á., Carro-Huerga, G., Mayo-Prieto, S., Lorenzana, A., Gutiérrez, S., Peláez, H. J., & Casquero, P. A. (2018). Investigations of *Trichoderma* spp. and *Beauveria bassiana* as biological control agent for *Xylotrechus arvicola*, a major insect pest in Spanish vineyards. *Journal of economic entomology*, 111(6), 2585-2591.
- Rojas, J. (2013). Aplicación de hongos entomopatógenos (*Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*) en el control de insectos comedores de hoja en el cultivo de ají charapita (*Capsicum chinense*) en Aguaytía. Tesis de bachiller, Universidad Nacional de Ucayali, Pucallpa, Perú. 111p.
- Romero, V. (2018). Eficiencia de Trichoderma viride como un biocontrolador para *Phytophthora capsici* en el cultivo de pimiento (*Capsicum annum* L.). Tesis de bachiller, Universidad Nacional de Piura, Piura, Perú. 59p.
- Rondot, Y., & Reineke, A. (2018). Endophytic *Beauveria bassiana* in grapevine *Vitis vinifera* (L.) reduces infestation with piercing-sucking insects. *Biological Control*, 116, 82-89.
- Roque, E. (2018). Efectividad de *Beauveria bassiana* (Balsamo) y *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff), en el Control de "Chinches de la Quinua": *Nysius* sp. (Dallas) y *Iorhysus Hyalinus* (Fabricius), bajo condiciones de laboratorio, Irrigación

- Majes-Arequipa. Tesis de bachiller, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, Perú. 172p.
- Sayed, S., El-Shehawi, A., Al-Otaibi, S., El-Shazly, S., Al-Otaibi, S., Ibrahim, R., ... & Elseehy, M. (2020). Isolation and efficacy of the endophytic fungus, *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuillemin on grapevine aphid, *Aphis illinoisensis* Shimer (Hemiptera: Aphididae) under laboratory conditions. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 30(1), 1-7.
- Sepúlveda, M., Vargas, M., Gerding, M., Ceballos, R., & Oyarzúa, P. (2016). Molecular, morphological and pathogenic characterization of six strains of *Metarhizium* spp. (Deuteromycotina: Hyphomycetes) for the control of *Aegorhinus superciliosus* (Coleoptera: Curculionidae). *Chilean journal of agricultural research*, 76(1), 77-83.
- Soldi, A. (2006). La vid y el vino en la costa central del Perú, siglos XVI y XVII. *Universum (Talca)*, 21(2), 42-61.
- Sucaticona, F. (2018). Actividad antagonista in vitro de los hongos *Trichoderma* spp y *Lecanicillium* spp. frente al hongo de la roya amarilla del café (*Hemileia vastatrix*) en condiciones de laboratorio. Tesis de bachiller, Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú. 87p.
- Thammasittirong, S. N. R. (2017). The potential of *Bacillus subtilis* BAS114 for in vitro biocontrol of *Fusarium oxysporum*. *Advances in Environmental Biology*, 11(1), 46-51.
- Torres, S. (2012). Efecto "in vitro" de especies nativas de *Trichoderma* sobre la germinación y el crecimiento de *Colletotrichum* sp. aislado del distrito de Jaén-Cajamarca. Tesis de bachiller, Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú. 58p.
- Vaca, M. (2019). Evaluación de cuatro dosis de *Bacillus subtilis* sobre la germinación de las uredosporas de *Naohidemyces vaccinii* en Arándano. Tesis de bachiller, Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú. 42p.
- Vásquez, J., & Martos, A. (2003a). Susceptibilidad de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) a *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. (Moniliales: Moniliaceae), en Lima, Perú. *Revista Peruana De Entomología*, 43(1), 95-100.
- Vásquez, J., & Martos, A. (2003b). Susceptibilidad de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) a *Metarhizium anisopliae* (Metch.) Sorokin (Hypocreales: Clavicipitaceae), en Lima, Perú. *Revista Peruana De Entomología*, 43(1), 101-106.
- Vásquez, M. (2015). Efecto de *Beauveria bassiana* e *Isaria fumosorosea* sobre *Oligonychus punicae*, en condiciones de laboratorio. Tesis de bachiller, Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú. 56p.
- Vela, K. A., López, F. S., Vigo, C. R., Fiestas, Y. R., Rojas, J. P., Sanjinéz, L. V., & Krugg, J. W. (2013). Efecto de tres concentraciones de conidios de *Metarhizium anisopliae* sobre larvas III de *Plutella xylostella* en condiciones de laboratorio. *Revista REBIOLEST*, 1(1), 22-29.
- Vila, M. (2019). Aplicación de normas de inocuidad y calidad en el *Asparagus officinalis* peruano. *Ciencia y Desarrollo*, 22(1), 31-35.
- Vilchez, H. (2019) Evaluación y caracterización de cepas nativas de *Beauveria* spp. con potencial para el control de *Hypothenemus hampei*, colectadas de plantaciones comerciales de café. Tesis de bachiller, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, Amazonas, Perú. 45p.
- Villacorta, W. A. R., Trigos, G. J. C., Wilson, N. E. B., León, G. M., & Krugg, J. H. W. (2017). Aislamiento, selección e identificación de especies nativas de *Trichoderma* spp. con efecto biocontrolador sobre nematodos noduladores que afectan al cultivo de *Asparagus officinalis* de la empresa Agroindustrial Camposol SA. *Veritas*, 15(1), 80-91.
- Villalobos, K., Vargas, A., & González, A. (2011). Evaluación de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* en condiciones de campo para el combate de trips en el cultivo de aguacate (*Persea americana* Mill) en San Pablo de León Cortés, Costa Rica. *Métodos En Ecología Y Sistemática*, 6(3), 62-70.
- Vinchira-Villarraga, D. M., & Moreno-Sarmiento, N. (2019). Control biológico: Camino a la agricultura moderna. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 21(1), 2-5.
- Zárate, B. (2015). Efecto de *Isaria fumosorosea* y *Metarhizium anisopliae* sobre *Panonychus citri*, en condiciones de laboratorio. Tesis de bachiller, Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú. 62p.
- Zepeda-Jazo, I. (2018). Manejo sustentable de plagas agrícolas en México. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 15(1), 99-108.

