



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

TEMA:

“EFECTO DE MÁRGENES MULTIFUNCIONALES EN LA PRODUCCIÓN DE
CULTIVOS ANDINOS EN EL SECTOR DE CHALTURA, IMBABURA”

Trabajo de grado previo a la obtención del Título de Ingeniera Agropecuaria

AUTORA

Miriam Gissela Vaca Cunguan

DIRECTOR

Lcda. Ima Sumac Sánchez de Cespedes MSc

Ibarra-Ecuador

2022

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y

AMBIENTALES

CARRERA INGENIERÍA AGROPECUARIA

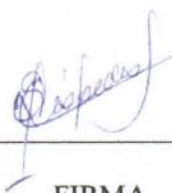
**“EFECTO DE MÁRGENES MULTIFUNCIONALES EN LA PRODUCCIÓN DE
CULTIVOS ANDINOS EN EL SECTOR DE CHALTURA, IMBABURA”**

Trabajo de grado revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación
como requisito parcial para obtener Título de:

INGENIERA AGROPECUARIA


APROBADO:

Lcda. Ima Sánchez M -Sc

DIRECTOR

FIRMA

PhD. Julia Prado

MIEMBRO TRIBUNAL

FIRMA

Ing. Miguel Gómez M -Sc

MIEMBRO TRIBUNAL

FIRMA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN DE LA

INVESTIGACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO	
Cédula de identidad:	0402134787
Apellidos y nombres:	Vaca Cunguan Miriam Gissela
Dirección:	Ibarra, Av. 17 de Julio 1-118
Email:	mgvacac@utn.edu.ec
Teléfono fijo:	06 2974 341

DATOS DE LA OBRA	
Título:	“Efecto de márgenes multifuncionales en la producción de cultivos andinos en el sector de Chaltura, Imbabura”
Autor:	Vaca Cunguan Miriam Gissela
Fecha:	21-08-2021
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
Programa	Pregrado
Título por el que opta	Ingeniera Agropecuaria
Director	Lic. Ima Sumac Sánchez de Cespedes MSc.

CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrollo, sin los derechos de autores terceros, por lo tanto, la obra es original y es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 28 días del mes de enero del 2022

AUTOR



Miriam Gissela Vaca Cunguan

C.I.: 040213478-7

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Miriam Gissela Vaca Cunguan, bajo mi supervisión.

Ibarra, a los 28 días del mes de enero de 2021

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Ima Sánchez', is written over a horizontal line.

Lcda. Ima Sánchez MSc.

DIRECTOR DE TESIS

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA-UTN

Fecha: Ibarra, a los 28 días del mes de enero del 2022

Miriam Gissela Vaca Cunguan :“Efecto de márgenes multifuncionales en la producción de cultivos andinos en el sector de Chaltura, Imbabura” /Trabajo de titulación. Ingeniera Agropecuaria.

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra, a los 28 días del mes de enero del 2022 179 páginas.

DIRECTOR (A): Lcda. Ima Sánchez M.Sc

El objetivo principal de la presente investigación fue: Evaluar el efecto de los márgenes multifuncionales en la producción de cultivos andinos en el sector de Chaltura, Imbabura. Entre los objetivos específicos se encuentran: 1 Comparar la incidencia y severidad de plagas y enfermedades presentes en cultivos andinos bajo dos sistemas de producción agrícola. 2 evaluar el rendimiento de los cultivos andinos bajo dos sistemas de producción agrícola.

.....
Lcda. Ima Sánchez MSc.

Directora de Trabajo de Grado

.....
Miriam Gissela Vaca Cunguan

Autora

AGRADECIMIENTO

A la Lic. Ima Sánchez MSc. Directora del trabajo de titulación, por su continuo apoyo durante la ejecución de la investigación y su guía para culminar con éxito la redacción del presente trabajo de titulación.

A los asesores PhD. Julia Prado y Ing. Miguel Gómez MSc. por sus acertadas sugerencias para el correcto desarrollo del trabajo de titulación y por el tiempo invertido en la revisión de la redacción del documento de investigación.

Miriam Gissela Vaca Cunguan

DEDICATORIA

A Dios

Por permitirme culminar mis metas y brindarme la fuerza y esperanza para seguir adelante con mis proyectos de vida.

A mi madre

Blanca Cunguán, mujer luchadora y emprendedora quien con su esfuerzo, dedicación y continuo apoyo me ha permitido culminar con éxito esta etapa. Este logro va dedicado a ella por su constancia y arduo trabajo en mi formación como ser humano y profesional.

A mi novio

David Farinango quien con su cariño ha sabido motivarme para superarme profesionalmente y me ha respaldado incondicionalmente en los buenos y malos momentos durante esta importante etapa, además me ha impulsado con sus sabios consejos para convertirme en una excelente profesional.

Miriam Gissela Vaca Cunguan

ÍNDICE DE CONTENIDOS

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA.....	iii
CONSTANCIAS.....	iv
CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA.....	v
REGISTRO BIBLIOGRÁFICO	vi
AGRADECIMIENTO	vii
DEDICATORIA	viii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xvii
RESUMEN	xxi
ABSTRACT.....	xxii
CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Problema.....	2
1.3 Justificación.....	4
1.4 Objetivos	5
1.4.1 Objetivo general.....	5
1.4.2 Objetivos específicos.....	6
1.5 Hipótesis.....	6
CAPÍTULO II.....	7
MARCO TEÓRICO.....	7
2.1 Agroecología	7
2.1.1 Agroecosistemas	8
2.1.2 Enfoque agroecológico	9
2.1.3 Función de la biodiversidad en agroecosistemas	10
2.1.4 Agroecología vs agricultura convencional	11
2.1.5 Agricultura alternativa	13
2.1.6 Plantas arvenses en la agroecología	13
2.1.7 Manejo de la vegetación arvense benéfica	14
2.1.8 Artrópodos benéficos y polinizadores en agroecología.....	18
2.2 Cultivos andinos.....	18
2.2.1 Fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.).....	19

2.2.2	<i>Quinua (Chenopodium quinoa W.)</i>	23
2.2.3	<i>Trigo (Triticum sp.)</i>	27
CAPÍTULO III.....		31
METODOLOGÍA.....		31
3.1	Descripción del área de estudio.....	31
3.1.1	<i>Caracterización de la Granja Experimental “La Pradera”</i>	31
3.1.2	<i>Ubicación Geográfica</i>	32
3.2	Materiales y equipos.....	32
3.3	Métodos.....	33
3.3.1	<i>Factores en estudio</i>	33
3.3.2	<i>Características del experimento</i>	33
3.3.3	<i>Características de la unidad experimental para fréjol</i>	33
3.3.4	<i>Características de la unidad experimental para quinua</i>	34
3.3.5	<i>Características de la unidad experimental para trigo</i>	34
3.3.6	<i>Diseño experimental</i>	34
3.3.7	<i>Análisis estadístico</i>	35
3.4	Variables para evaluar.....	37
3.4.1	<i>Incidencia</i>	37
3.4.2	<i>Severidad</i>	39
3.4.3	<i>Rendimiento del cultivo</i>	42
3.5	Manejo del experimento.....	43
3.5.1	<i>Aplicación de enmiendas al suelo</i>	46
3.5.2	<i>Manejo agroecológico</i>	47
3.5.3	<i>Manejo convencional</i>	52
CAPITULO IV.....		55
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		55
4.1	Plagas en el cultivo de fréjol.....	55
4.1.1	<i>Incidencia de Bemisia tabaci G. (mosca blanca)</i>	55
4.1.2	<i>Severidad de Bemisia tabaci G. (mosca blanca)</i>	55
4.1.3	<i>Incidencia de Empoasca fabae H. (lorito verde)</i>	59
4.1.4	<i>Severidad de Empoasca fabae H. (lorito verde)</i>	59
4.1.5	<i>Incidencia de larva de Spodoptera sp. (gusano cogollero)</i>	62
4.1.6	<i>Severidad de larva de Spodoptera sp. (gusano cogollero)</i>	62
4.1.7	<i>Incidencia de Acanthoscelides obtectus L. (picudo de fréjol, larva en vaina)</i> ..	65

4.1.8	<i>Severidad de Acanthoscelides obtectus</i> L. (<i>picudo del fréjol, larva en vaina</i>)..	67
4.2	Enfermedades en el cultivo de fréjol.....	70
4.2.1	<i>Incidencia de Xanthomonas phaseoli</i> P. (<i>tizón bacteriano</i>)	70
4.2.2	<i>Severidad de Xanthomona phaseoli</i> P. (<i>tizón bacteriano</i>)	71
4.2.3	<i>Incidencia de Uromyces appendiculatus</i> L. (<i>roya</i>).....	73
4.2.4	<i>Severidad de Uromyces appendiculatus</i> L. (<i>roya</i>).....	75
4.2.5	<i>Incidencia de Colletotrichum lindemuthianum</i> W. (<i>antracnosis</i>).....	77
4.2.6	<i>Severidad de Colletotrichum lindemuthianum</i> W. (<i>antracnosis</i>)	79
4.2.7	<i>Incidencia de Isariopsis griseola</i> S. (<i>mancha angular</i>).....	81
4.2.8	<i>Severidad de Isariopsis griseola</i> S. (<i>mancha angular</i>).....	83
4.2.9	<i>Incidencia de Rhizoctonia solani</i> J.	86
4.2.10	<i>Severidad de Rhizoctonia solani</i> J.	88
4.3	Rendimiento en kg/ha en el cultivo de fréjol	91
4.4	Plagas en el cultivo de quinua	92
4.4.1	<i>Incidencia de Spodoptera</i> sp. (<i>gusano cogollero</i>)	92
4.4.2	<i>Severidad de Spodoptera</i> sp. (<i>gusano cogollero</i>)	94
4.5	Enfermedades en el cultivo de quinua.....	96
4.5.1	<i>Incidencia de Peronospora variabilis</i> G. (<i>mildiu de la quinua</i>).....	96
4.5.2	<i>Severidad de Peronospora variabilis</i> G. (<i>mildiu de la quinua</i>).....	98
4.5.3	<i>Incidencia de Fusarium</i> sp. (<i>chupadera fungosa</i>)	101
4.5.4	<i>Severidad de Fusarium</i> sp. (<i>chupadera fungosa</i>)	103
4.5.5	<i>Incidencia de Passalora dubia</i> R. (<i>ojo de gallo</i>).....	106
4.5.6	<i>Severidad de Passarola dubia</i> R. (<i>ojo de gallo</i>).....	108
4.5.7	<i>Incidencia de Pseudomonas</i> sp. (<i>bacteriosis</i>).....	109
4.5.8	<i>Severidad de Pseudomonas</i> sp. (<i>bacteriosis</i>).....	111
4.6	Rendimiento en kg/ha en el cultivo de quinua	113
4.7	Plagas en el cultivo de Trigo	114
4.7.1	<i>Incidencia y severidad de plagas en el cultivo de trigo</i>	114
4.7.2	<i>Incidencia de Myzus persicae</i> S. (<i>pulgón</i>)	115
4.7.3	<i>Severidad de Myzus percicae</i> S. (<i>pulgón</i>).....	116
4.8	Enfermedades en el cultivo de trigo	120
4.8.1	<i>Incidencia de Puccinia triticina</i> E. (<i>roya de la hoja</i>)	120
4.8.2	<i>Puccinia triticina</i> E. (<i>roya de la hoja</i>).....	121
4.8.3	<i>Incidencia de Puccinia graminis</i> P. (<i>roya del tallo</i>).....	124

4.8.4	<i>Severidad de Puccinia graminis P. (roya del tallo)</i>	126
4.8.5	<i>Incidencia de Ustilago tritici P. (carbón volador)</i>	129
4.8.6	<i>Severidad de Ustilago tritici P. (carbón volador)</i>	130
4.9	Rendimiento en Kg/ha en el cultivo de trigo.....	131
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		134
CAPÍTULO V.....		134
5.1	Conclusiones	134
5.2	Recomendaciones.....	135
6.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	136

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Similitudes y diferencias entre ecosistemas naturales y agroecosistemas</i>	8
Tabla 2 <i>Diferencia entre un agroecosistema y la agricultura convencional</i>	12
Tabla 3 <i>Plantas arvenses atrayentes de insectos benéficos y polinizadores</i>	17
Tabla 4 <i>Tabla de códigos de etapas fenológicas en el cultivo de fréjol</i>	20
Tabla 5 <i>Productos y dosis para control de malezas en pre-siembra</i>	21
Tabla 6 <i>Principales plagas presentes en el cultivo de fréjol</i>	22
Tabla 7 <i>Principales enfermedades del fréjol</i>	23
Tabla 8 <i>Etapas fenológicas del desarrollo de la quinua</i>	24
Tabla 9 <i>Principales plagas de la quinua</i>	25
Tabla 10 <i>Principales enfermedades de la quinua</i>	26
Tabla 11 <i>Tabla de códigos de etapas fenológicas en el cultivo de trigo</i>	27
Tabla 12 <i>Principales plagas del trigo</i>	29
Tabla 13 <i>Principales enfermedades del trigo</i>	30
Tabla 14 <i>Características del área de estudio</i>	31
Tabla 15 <i>Materiales y equipos</i>	33
Tabla 16 <i>Plagas y enfermedades analizadas mediante análisis de varianza LSD de Fisher</i>	36
Tabla 17 <i>Plagas y enfermedades analizadas mediante el método estadístico Friedman's test</i>	37
Tabla 18 <i>Plantas arvenses implementadas</i>	43
Tabla 19 <i>Niveles óptimos de macronutrientes</i>	47
Tabla 20 <i>Valores nutricionales de fertilizante orgánico</i>	48
Tabla 21 <i>Aporte total de fertilización orgánica en los tres cultivos</i>	48
Tabla 22 <i>Valores nutricionales del fertilizante químico</i>	53
Tabla 23 <i>Aporte total de nutrientes en los tres cultivos</i>	53

Tabla 24 <i>Análisis de varianza para la variable severidad de Bemisia tabaci G.</i>	55
Tabla 25 <i>Severidad de Bemisia tabaci G. con respecto a los días después de la siembra</i>	56
Tabla 26 <i>Análisis de varianza de la variable severidad de Empoasca fabae H. (lorito verde)</i>	59
Tabla 27 <i>Análisis de varianza para la variable severidad de Spodoptera sp. en fréjol</i>	62
Tabla 28 <i>Análisis de varianza para la variable incidencia de Acanthoscelides obtectus L.</i> ...65	
Tabla 29 <i>Incidencia de Acanthoscelides obtectus L. en el cultivo de fréjol, con respecto al factor días después de la siembra</i>	66
Tabla 30 <i>Análisis de varianza para la variable severidad de Acanthoscelides obtectus L.</i>67	
Tabla 31 <i>Severidad de Acanthoscelides obtectus L. en el cultivo de fréjol, con respecto al factor sistema de manejo agronómico</i>	68
Tabla 32 <i>Análisis de varianza de la variable incidencia de Uromyces appendiculatus L.</i>73	
Tabla 33 <i>Análisis de varianza de la variable severidad de Uromyces appendiculatus L.</i>75	
Tabla 34 <i>Análisis de varianza para la variable incidencia de Colletotrichum lindemuthianum W.</i>	77
Tabla 35 <i>Análisis de varianza para la variable severidad de Colletotrichum lindemuthianum W.</i>	79
Tabla 36 <i>Análisis de varianza para la variable incidencia de Isariopsis griseola S.</i>	81
Tabla 37 <i>Análisis de varianza para la variable severidad de Isariopsis griseola S.</i>	84
Tabla 38 <i>Análisis de varianza para la variable incidencia de Rhizoctonia solani J.</i>	87
Tabla 39 <i>Incidencia de Rhizoctonia solani J. en el cultivo de fréjol con respecto al factor días después de la siembra</i>	87
Tabla 40 <i>Análisis de varianza para la variable severidad de Rhizoctonia solani J.</i>	89
Tabla 41 <i>Severidad de Rhizoctonia solani J. en el cultivo de fréjol con respecto al factor días después de la siembra</i>	89

Tabla 42 <i>Análisis de varianza para la variable rendimiento kg/ha</i>	91
Tabla 43 <i>Incidencia de Spodoptera sp G. en el cultivo de quinua con respecto a los días después de la siembra</i>	93
Tabla 44 <i>Incidencia de Spodoptera sp. en el cultivo de quinua con respecto al sistema de manejo agronómico</i>	94
Tabla 45 <i>Severidad de Spodoptera sp. en el cultivo de quinua respecto a los días después de la siembra</i>	94
Tabla 46 <i>Severidad de Spodoptera sp. en el cultivo de quinua con respecto al sistema de manejo agronómico</i>	95
Tabla 47 <i>Incidencia de Peronospora variabilis G. en el cultivo de quinua</i>	97
Tabla 48 <i>Severidad de Peronospora variabilis G. en el cultivo de quinua</i>	99
Tabla 49 <i>Incidencia de Fusarium sp. En el cultivo de quinua</i>	101
Tabla 50 <i>Severidad de Fusarium sp. en el cultivo de quinua</i>	104
Tabla 51 <i>Incidencia de Pseudomonas sp. con respecto al factor sistema de manejo agronómico en el cultivo de quinua</i>	110
Tabla 52 <i>Severidad de Pseudomonas sp. con respecto al factor sistema de manejo agronómico en el cultivo de quinua</i>	112
Tabla 53 <i>Análisis de varianza para la variable rendimiento en el cultivo de quinua</i>	113
Tabla 54 <i>Análisis de varianza de la incidencia de Myzus percicae S. en el cultivo de trigo</i>	115
Tabla 55 <i>Incidencia de Myzus percicae S. en el cultivo de trigo con respecto a la variable días después de la siembra</i>	115
Tabla 56 <i>Análisis de varianza de Myzus percicae S. en el cultivo de trigo</i>	117
Tabla 57 <i>Análisis de varianza para la variable incidencia de Puccinia triticina E. en el cultivo de trigo</i>	120

Tabla 58 <i>Análisis de varianza para la variable severidad de Puccinia triticina E. en el cultivo de trigo</i>	121
Tabla 59 <i>Análisis de varianza para la variable incidencia de Puccinia graminis P. en el cultivo de trigo</i>	124
Tabla 60 <i>Análisis de varianza para la variable severidad de Puccinia graminis P. (roya del tallo)</i>	126
Tabla 61 <i>Análisis de varianza para la variable rendimiento</i>	131

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Componentes funcionales y estrategias de mejoramiento de la biodiversidad en agroecosistemas</i>	11
Figura 2 <i>Interacción entre malezas, plagas y organismos benéficos</i>	15
Figura 3 <i>Mapa geográfico de ubicación del diseño experimental</i>	32
Figura 4 <i>Diseño agroecológico</i>	34
Figura 5 <i>Diseño Convencional</i>	35
Figura 6 <i>Recolección de plantas arvenses</i>	46
Figura 7 <i>Fertilizante orgánico empleado para enmienda</i> ¡Error! Marcador no definido.	
Figura 8 <i>Siembra de cultivos</i>	49
Figura 9 <i>Elaboración de labores culturales en manejo agronómico</i>	50
Figura 10 <i>Monitoreo de plagas y enfermedades en el cultivo de fréjol, trigo y quinua</i>	51
Figura 11 <i>Cosecha de los tres cultivos de importancia en la sierra ecuatoriana</i>	52
Figura 12 <i>Labores culturales y aplicación de enmiendas en el manejo agronómico convencional</i>	¡Error! Marcador no definido.
Figura 13 <i>Severidad de Bemisia tabaci G. (mosca blanca) en el cultivo de fréjol con respecto al sistema de manejo agronómico</i>	57
Figura 14 <i>Severidad de Empoasca fabae H. (lorito verde) en cultivo de fréjol con respecto a los días de siembra y el sistema de manejo agronómico</i>	60
Figura 15 <i>Severidad de Spodoptera sp. (gusano cogollero) en el cultivo de fréjol con respecto a los días después de la siembra y el sistema de manejo agronómico</i>	63
Figura 16 <i>Incidencia de Acanthoscelides obtectus L. (picudo del fréjol, larva en vaina) en el cultivo de fréjol con respecto al sistema de manejo agronómico</i>	66
Figura 17 <i>Severidad de Acanthoscelides obtectus L. (picudo del fréjol, larva en vaina) en el cultivo de fréjol con respecto al factor días después de la siembra</i>	68

Figura 18 <i>Incidencia de Xanthomonas phaseoli P. (tizón bacteriano) en el cultivo de fréjol con respecto a los días después de la siembra y el sistema de manejo agronómico.....</i>	71
Figura 19 <i>Severidad de Xanthomonas phaseoli P. (tizón bacteriano) en el cultivo de fréjol con respecto a los días después de la siembra y los sistemas de manejo agronómico</i>	72
Figura 20 <i>Incidencia de Uromyces appendiculatus L. (roya) en el cultivo de fréjol con respecto al factor días después de la siembra.....</i>	74
Figura 21 <i>Incidencia de Uromyces appendiculatus L. (roya) en el cultivo de fréjol con respecto al sistema de manejo agronómico.....</i>	75
Figura 22 <i>Severidad de Uromyces appendiculatus L. (roya) en el cultivo de fréjol con respecto al factor días después de la siembra y sistema de manejo agronómico</i>	76
Figura 23 <i>Incidencia de Colletotrichum lindemuthianum W. (antracnosis) en el cultivo de fréjol con respecto a los factores días después de la siembra y sistema de manejo agronómico</i>	78
Figura 24 <i>Severidad de Colletotrichum lindemuthianum W. (antracnosis) en el cultivo de fréjol con respecto a los factores días después de la siembra y sistema de manejo agronómico</i>	80
Figura 25 <i>Incidencia de Isariopsis griseola S. (mancha angular) en el cultivo de fréjol con respecto al factor días después de la siembra</i>	82
Figura 26 <i>Incidencia de Isariopsis griseola S. (mancha angular) en el cultivo de fréjol con respecto al factor sistema de manejo agronómico</i>	83
Figura 27 <i>Severidad de Isariopsis griseola S. (mancha angular) en el cultivo de fréjol con respecto al factor días después de la siembra</i>	84
Figura 28 <i>Severidad de Isariopsis griseola S. (mancha angular) en el cultivo de fréjol con respecto al factor sistema de manejo agronómico</i>	85

Figura 29 <i>Incidencia de Rhizoctonia solani J. en el cultivo de fréjol con respecto al factor sistema de manejo agronómico.....</i>	88
Figura 30 <i>Severidad de Rhizoctonia solani J. en el cultivo de fréjol con respecto al factor sistema de manejo agronómico.....</i>	90
Figura 31 <i>Rendimiento en Kg/ha del cultivo de frejol.....</i>	91
Figura 32 <i>Incidencia de Peronospora variabilis G. (mildiu de la quinua) con respecto al factor días después de la siembra.....</i>	97
Figura 33 <i>Incidencia de Peronospora variabilis G. (mildiu de la quinua) con respecto al factor sistema de manejo agronómico.....</i>	98
Figura 34 <i>Severidad de Peronospora variabilis G. (mildiu de la quinua) con respecto al factor días después de la siembra.....</i>	99
Figura 35 <i>Severidad de Peronospora variabilis G. (mildiu de la quinua) con respecto al factor sistema de manejo agroecológico.....</i>	100
Figura 36 <i>Incidencia de Fusarium sp. (chupadera fungosa).....</i>	102
Figura 37 <i>Incidencia de Fusarium sp. (chupadera fungosa) con respecto al factor sistema de manejo agronómico.....</i>	103
Figura 38 <i>Severidad de Fusarium sp. (chupadera fungosa) en el cultivo de la quinua para el factor días después de la siembra.....</i>	104
Figura 39 <i>Severidad de Fusarium sp. (chupadera fungosa) en el cultivo de quinua para el factor sistema de manejo agronómico.....</i>	105
Figura 40 <i>Incidencia de Passarola dubia R. (ojo de gallo) en el cultivo de quinua, con respecto a los factores días después de la siembra y sistemas de cultivo.....</i>	107
Figura 41 <i>Severidad de Passarola dubia R. (ojo de gallo) en el cultivo de quinua, con respecto a los factores días después de la siembra.....</i>	108

Figura 42 <i>Incidencia de Pseudomonas sp. (bacteriosis) con respecto al factor días después de la siembra</i>	110
Figura 43 <i>Severidad de Pseudomonas sp. (bacteriosis) con respecto al factor días después de la siembra</i>	111
Figura 44 <i>Rendimiento en Kg/ha en el cultivo de quinua</i>	113
Figura 45 <i>Incidencia de Myzus persicae S. (pulgón) en el cultivo de trigo con respecto al sistema de manejo agronómico</i>	116
Figura 46 <i>Severidad de Myzus persicae S. (pulgón) en el cultivo de trigo con respecto a los días después de la siembra</i>	117
Figura 47 <i>Severidad de Myzus persicae S. (pulgón) en el cultivo de trigo con respecto al sistema de manejo agronómico</i>	118
Figura 48 <i>Incidencia de Puccinia triticina E. (roya de la hoja)</i>	121
Figura 49 <i>Severidad de Puccinia triticina E. (roya de la hoja)</i>	122
Figura 50 <i>Incidencia de Puccinia graminis P. (roya del tallo) con respecto al factor días después de la siembra</i>	125
Figura 51 <i>Incidencia de Puccinia graminis P. (roya del tallo) con respecto al factor sistema de manejo agronómico</i>	125
Figura 52 <i>Severidad de Puccinia graminis P. (roya del tallo) con respecto al factor días después de la siembra</i>	127
Figura 53 <i>Severidad de Puccinia graminis P. (roya del tallo) en el cultivo de trigo con respecto al factor Sistema de manejo agronómico</i>	128
Figura 54 <i>Incidencia de Ustilago tritici P. (carbón volador)</i>	129
Figura 55 <i>Severidad de Ustilago tritici P. (carbón volador)</i>	130
Figura 56 <i>Rendimiento en kg/ha en el cultivo de trigo</i>	132

“EFECTO DE MÁRGENES MULTIFUNCIONALES EN LA PRODUCCIÓN DE CULTIVOS ANDINOS EN EL SECTOR DE CHALTURA, IMBABURA”

Autor: Miriam Vaca

Director: Lic. Ima Sánchez MSc.

Universidad Técnica del Norte

Correo: mgvacac@utn.edu.ec

RESUMEN

La agroecología está enfocada en crear sistemas agrícolas variados, para incrementar la biodiversidad. Algunas alternativas son los policultivos, agroforestería y empleo de márgenes multifuncionales con plantas arvenses nativas que hospedan insectos benéficos, fitófagos y enemigos naturales, capaces de disminuir la presencia de plagas y enfermedades. La presente investigación se desarrolló en la Granja Experimental La Pradera ubicada en la Parroquia Chaltura, con el objetivo de comparar la incidencia y severidad de plagas presentes en cultivos andinos bajo dos sistemas de producción agrícola. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con dos niveles: (1) manejo agroecológico que incluyó plantas arvenses nativas de la zona (2) y manejo convencional. Se emplearon tres tipos de cultivos fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.), trigo (*Triticum* sp.), y quinua (*Chenopodium quinoa* W.), los resultados indican una incidencia del 100% en *Bemisia tabaci* G., *Empoasca fabae* H., *Spodoptera* sp. en los dos sistemas y 100% en *Acanthoscelides obtectus* en el manejo agroecológico y 82.50% en el manejo convencional para el cultivo de fréjol. En el cultivo de quinua los resultados de incidencia fueron 4.17% de *Spodoptera* sp., en el manejo agroecológico y 0% en el manejo convencional. el cultivo de trigo obtuvo una incidencia del 82.5% de *Myzus persicae* S. en el manejo agroecológico y 95% en el manejo convencional. Demostrando así que el manejo agronómico no influyó significativamente en la incidencia de insectos plaga pero sí contribuyó a disminuir la incidencia de los mismos en estos cultivos.

Palabras clave: agroecología, márgenes multifuncionales, policultivos, arvenses, enemigos naturales

**“EFFECT OF MULTIFUNCTIONAL MARGINS ON THE PRODUCTION OF
ANDEAN CROPS IN THE CHALTURA SECTOR, IMBABURA”**

Author: Miriam Vaca

Director: Lic. Ima Sánchez MSc.

Universidad Técnica del Norte

Email: mgvacac@utn.edu.ec

ABSTRACT

Agroecology is focused on creating varied agricultural systems, to reduce the use of agrochemicals and pesticides that generate resistance to pests and diseases in crops. Some alternatives are polyculture, agroforestry, and the use of multifunctional margins with native weed plants that host beneficial insects, phytophagous and natural enemies, capable of reducing the presence of pests and diseases. This research was developed at the La Pradera Experimental Farm located in the Chaltura Parish, with the objective of comparing the incidence and severity of pests present in Andean crops under two agricultural production systems. A randomized complete block design with two levels was used: (1) agroecological management that consisted of twelve weed plants native to the area (2) conventional management with three types of crops: beans (*Phaseolus vulgaris* L.), wheat (*Triticum* sp.), and quinoa (*Chenopodium quinoa* W.), obtaining an incidence in agroecological management of 100% in all bean pests (*Bemisia tabaci* G., *Empoasca fabae* H., *Spodoptera* sp. and *Acanthoscelides obtectus* L.) 4.17% of *Spodoptera* sp. in quinoa and 82.5% of *Myzus persicae* S. in wheat. Likewise, for severity, the results in bean pests were 95.17%, whitefly, 88.33% green parrot, 51.67% fall armyworm and 52% pod weevil, 1.83% fall armyworm in quinoa and 44.83% aphid in wheat. This demonstrating that agronomic management did not significantly influence the incidence of pest insects but did contribute to reduce their severity in these crops.

Keywords: *agroecology, multifunctional margins, polycultures, weeds, natural enemies*

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

Actualmente la agroecología ha tomado auge, pretendiendo mejorar los sistemas agropecuarios ya existentes, dado que la agricultura moderna está basada en aplicación masiva de agroquímicos (Sarandón y Flores, 2014). Esta disciplina surge como un nuevo paradigma de investigación que aplica conocimientos sobre agronomía, ecología, sociología, etnobotánica, entre otras (Tula, 2015).

Desde sus inicios las técnicas agroecológicas se han enfocado en crear sistemas diversificados de pequeña escala, empleando recursos locales. Un ejemplo claro existe en los trópicos donde metodologías novedosas como policultivos, agroforestería y empleo de franjas vivas han tomado gran importancia para el control de malezas, plagas y enfermedades (Altieri y Nicholls, 2004). La amplia gama de arreglos vegetales en forma de policultivos garantiza la conservación de enemigos naturales, asegurándoles acceso a hospederos alternos, recursos alimenticios y creación de microclimas apropiados para su desarrollo (Nicholls, 2008a).

Según Liang y Huang (1994), las teorías agroecológicas han implementado estudios de manejo integrado de plagas desde 1950. Esto ha dado énfasis al papel de las plantas arvenses de cobertura que mejoran el hábitat y enriquecen la población de artrópodos considerados como enemigos naturales de insectos plaga. El estudio agroecológico permite aumentar la heterogeneidad del hábitat fortaleciendo la estabilidad del ecosistema.

En Colombia, un estudio realizado en palma aceitera (*Elaeis guineensi* J.) empleando plantas arvenses y nectaríferas como la *Cassia tora* L., *Cephalanthus occidentalis* L. y *Crotalaria juncea* L. que crecen dentro del cultivo jugaron un rol importante en el control poblacional de plagas, proporcionando alimentos a parasitoides y afectando poblaciones de insectos como el *Stenoma cecropia* M. (Gusano túnel) e *Hispoleptis* sp. (Minador) que son perjudiciales para el cultivo de palma aceitera, manteniendo así un ecosistema equilibrado en este tipo de cultivos (Calvache, 2001).

Por otro lado, estudios realizados en España empleando márgenes multifuncionales con plantas arvenses que rodean cultivos de cereales, han demostrado que favorecen la autopolinización, además sirven como refugio para artrópodos, insectos entomófagos y enemigos naturales de plagas que perjudican los cultivos de cereales (Sans et al., 2013).

Blanco y Leiva (2013) determinaron que al asociar arvenses con el cultivo de fréjol la presencia de insectos benéficos y polinizadores aumenta, en especial con la presencia de plantas como *Parthenium hysterophorus* L. (granillo), *Sorghum halepense* L. (sorgo) y *Amaranthus dubius* Mart Ex Thell (bledo), mismas que proporcionan alimento a dichos insectos como *Coleomegilla cubensis* C. y *Cycloneda sanguinea* L. ya que poseen gran cantidad de polen y néctar.

1.2 Problema

Actualmente, existe una crisis ecológica notable en el diseño agrícola convencional. Los agroecólogos creen que la causa principal son las prácticas insostenibles que conllevan a

la erosión del suelo, compactación, disminución de materia orgánica, salinización y brotes de plagas debido al monocultivo (Torres y Capote, 2004).

De acuerdo con Torres y Capote (2004) se ha determinado que, de los plaguicidas aplicados, solo el 0.1% afecta a la plaga y el restante genera daños al suelo, agua y biota presente. Como menciona Andrade (2013), el intento repetitivo de las grandes empresas agrícolas por mantener el sistema convencional ha desencadenado una reacción negativa en los ecosistemas globales e inclusive en la salud de los habitantes del planeta. La inestabilidad de los agroecosistemas se evidencia a través del aumento de insectos plaga, ligados a la expansión de monocultivos, que a su vez provocan una disminución de la diversidad del hábitat local (Nicholls y Altieri, 2002).

Por otro lado, la intensificación de la agricultura, urbanización, fragmentación de hábitat, cambio climático, enfermedades y uso de pesticidas son una amenaza para los artrópodos y plantas nativas que sirven como hábitat alternativo de insectos benéficos (Wardell et al., 1997).

La intensificación agrícola reduce la diversidad vegetal debido al incremento de labores en el suelo, aplicación excesiva de fertilizantes y herbicidas desde el margen de los terrenos hacia su interior. Esto da como resultado una disminución de la vegetación de plantas nativas que favorecen la interacción entre insectos benéficos, polinizadores y enemigos naturales capaces de controlar y disminuir la presencia de plagas en los cultivos (Sans et al., 2013).

El uso de pesticidas se ha convertido en una de las principales alternativas para control de plagas, lo que ha causado un efecto negativo en la biodiversidad y consecuentemente una disminución de las especies que no son consideradas plaga pero que tienen potencial de actuar como controladores biológicos (Issacs et al., 2009). La pérdida de los servicios de control biológico tiene un impacto ecológico en los ecosistemas (Balzan et al., 2014).

Otro problema del uso de pesticidas es el desarrollo de resistencia por parte de las plagas. Esto implica un incremento de cantidad y calidad del producto químico que se requiere para controlar la población de estas (Balmer et al., 2013). El uso de pesticidas se ha elevado a los 2.6 millones de toneladas por año, ocasionando daños indirectos a la fauna silvestre, polinizadores, enemigos naturales y provocando que alrededor de 540 especies de artrópodos desarrollen resistencia a más de 1000 tipos de pesticidas diferentes (Altieri y Nicholls, 2012).

1.3 Justificación

Como mencionan Yanggen et al. (2002) los agricultores necesitan adoptar métodos productivos que aumenten la cosecha y la fertilidad de sus campos, adoptando sistemas holísticos que combinen sistemas tradicionales y conocimientos científicos modernos. La agricultura ecológica propone nuevas alternativas con el fin de reducir costos económicos y mejorar la calidad de los ecosistemas, mediante el uso de plantas arvenses (Blanco y Leyva, 2007).

Aunque las plantas arvenses han sido consideradas como invasoras durante muchos años por los agricultores, en la actualidad pueden ser empleadas en beneficio de la agricultura como hospederas de insectos polinizadores y enemigos naturales capaces de disminuir la

densidad poblacional de plagas en los cultivos de interés (Blanco y Leyva, 2010). Uno de los objetivos de las plantas nativas en los agroecosistemas es incrementar el control biológico por medio del manejo y conservación de hábitats en los sistemas de producción empleando especies nativas que provean servicios ecosistémicos.

De esta forma se incrementaría la disponibilidad de recursos y refugio requeridos por los enemigos naturales para optimizar su desempeño en el control de plagas (Landis et al., 2000). Así mismo la asociación de cultivos y empleo de márgenes multifuncionales son prácticas contribuyen la mejora del ecosistema y permite un manejo más sustentable en la agricultura (Rosset, 1997).

Aupas (2020) determinó 22 plantas arvenses nativas de la Granja Experimental La Pradera como atrayentes de insectos benéficos y polinizadores y 12 de ellas obtuvieron mayor número de insectos. Por tal motivo la presente investigación pretende realizar un estudio de la interacción entre las 12 plantas nativas, los artrópodos benéficos y polinizadores, para el control de plagas y enfermedades en cultivos de la sierra en el sector de Chaltura – Imbabura.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de los márgenes multifuncionales en la producción de cultivos andinos en el sector de Chaltura, Imbabura.

1.4.2 Objetivos específicos

- ❖ Comparar la incidencia y severidad de plagas presentes en cultivos andinos bajo dos sistemas de manejo agronómico.
- ❖ Determinar la incidencia y severidad de enfermedades presentes en cultivos andinos bajo dos sistemas de manejo agronómico.
- ❖ Evaluar el rendimiento de los cultivos andinos bajo dos sistemas de manejo agronómico.

1.5 Hipótesis

- ❖ **Ho:** El uso de márgenes multifuncionales no presenta un efecto en la producción de cultivos andinos:
- ❖ **Hi:** El uso de márgenes multifuncionales presenta un efecto en la producción de cultivos andinos:

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

La agricultura ha tenido gran importancia desde tiempos inmemorables, con el objetivo de reducir el impacto ambiental provocando el uso excesivo de agroquímicos se han adoptado nuevos sistemas agro-productivos tomando como principal alternativa la aplicación de la agroecología.

2.1 Agroecología

El término agroecología se define como la aplicación de sistemas de producción enfocados a la mejora de los agroecosistemas, esta definición es cuantitativa y cualitativamente diferente a la agricultura convencional que se basa en emplear prácticas que permitan incrementar el rendimiento de los cultivos y mejorar los márgenes de beneficio económico (Sarandón y Flores, 2014).

La agroecología como ciencia se encarga de diseñar y manipular agroecosistemas sostenibles y surgió debido a los problemas ecológicos, sociales y económicos que presenta el sistema agrícola convencional, enfrentando de manera efectiva los problemas ambientales generados por la agricultura industrial (Paoletti et al., 1992).

Como menciona Alitieri (2009), la agroecología se basa en la sustentabilidad y su objetivo es satisfacer las necesidades alimenticias de la población mundial, teniendo este concepto como referencia se busca cambiar el enfoque de una agricultura convencional a una sustentable.

2.1.1 Agroecosistemas

Los agroecosistemas se consideran como una combinación del ecosistema natural y los ecosistemas urbanos que aportan de manera significativa a la sociedad, proveyéndolos de comida, fibras y generando impactos significativos sobre el ambiente, las similitudes y diferencias existentes entre los ecosistemas naturales y los agroecosistemas se pueden evidenciar en la tabla 1 (Sarandón y Flores, 2014).

Tabla 1

Similitudes y diferencias entre ecosistemas naturales y agroecosistemas

Atributo	Ecosistema natural	Agroecosistema
Objetivo	Ninguno	Utilitario
Responsable	Nadie	Agricultor/a
Fuente de energía	Solar (mareas)	Solar + artificial (combustibles fósiles)
Densidad genética	Alta	Baja
Diversidad específica	Alta	Baja
Fuerza de selección	Natural (evolución)	Humana (económica)
Asignación de recursos	Equitativa (competitivas)	Económica (granos)
Productividad (PNC)	Baja (nula)	Alta
Biomasa	Alta	Media
Productividad/biomasa	Baja	Alta
Ciclo de nutrientes	Cerrado (prácticamente)	Abierto
Aprovechamiento de recursos	Alta	Baja
Continuidad espacio Temporal	Alta	Baja
Sincronización entre Plantas y microorganismos	Alta	Baja
Lixiviación de nutrientes	Baja	Alta
Erosión	Baja	Alta
Estabilidad	Alta	Baja
Resiliencia	Alta	Baja

Fuente: Sarandón y Flores (2014)

2.1.2 Enfoque agroecológico

El enfoque agroecológico surge debido a la necesidad de proponer nuevas alternativas productivas que replacen las propuestas generadas por la Revolución verde, para ello se deben estudiar todos los componentes físicos, biológicos y socioeconómicos presentes en un ecosistema (Sarandón y Flores, 2014).

Como menciona Nicholls (2008a), el enfoque agroecológico también comprende diferentes tipos de diversidad en los agroecosistemas incluyendo una estabilidad a largo plazo de las poblaciones de insectos presentes. Una de las razones más importantes para conservar la biodiversidad natural es porque proporciona variedad de servicios ecológicos, para ello la agroecología ha implementado diseños de arreglos especiales y temporales de vegetación que permiten mantener la población de enemigos naturales y que a su vez optimicen el control biológico de plagas en plantaciones agrícolas (Nicholls y Altieri, 2002).

El principio básico de la agroecología es el control biológico de plagas, mediante el uso de enemigos naturales que permitan controlar la población de plagas en los cultivos, pero para ello se requiere crear ambientes favorables que posean las condiciones óptimas para el desarrollo de insectos benéficos y polinizadores, una alternativa es la implementación de corredores, pasillos y espacios multifuncionales conformados por plantas arvenses nativas de la zona de interés, que sirven de refugio y fuente de alimento para los insectos benéficos (Nicholls, 2008a).

2.1.3 Función de la biodiversidad en agroecosistemas

La biodiversidad de un ecosistema se conforma por los componentes bióticos y abióticos que lo comprenden y la interacción entre ellos, cada uno de estos componentes juegan un papel importante, debido a que permiten determinar la integración genética existente, control natural y la abundancia de biodiversidad (Nicholls, 2008b).

Tula (2015) propone algunos principios ecológicos para un diseño de agroecosistemas como por ejemplo el aumento de diversidad de especies, incorporación de materia orgánica, aumento de la diversidad de paisaje estableciendo un mosaico de ecosistemas, rotación de cultivos, mezcla de variedades, policultivos, sistemas agroforestales, cultivos de cobertura, entre otros.

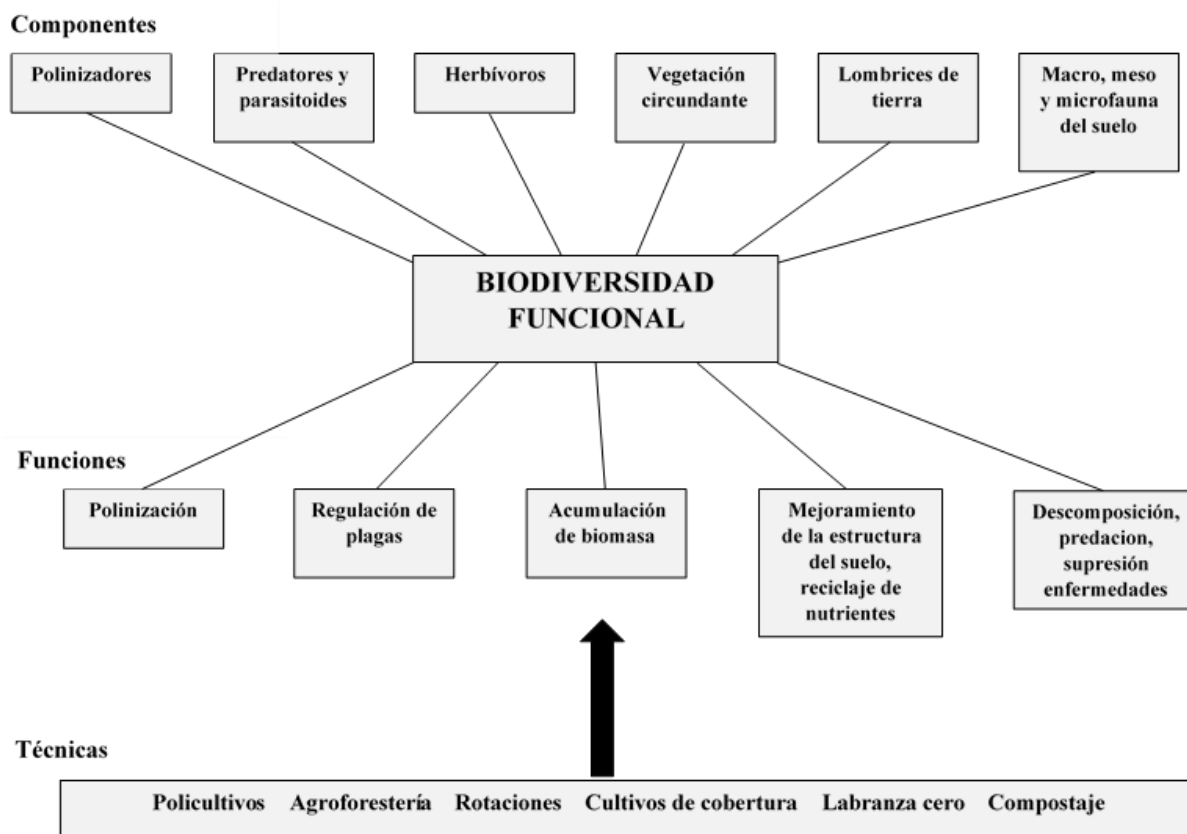
El nivel de biodiversidad existente en un ecosistema depende de la variedad de la vegetación dentro y alrededor del mismo, durabilidad del cultivo, intensidad del manejo y el aislamiento del agroecosistema de la vegetación natural.

Por otra parte, la biodiversidad se compone por la biota funcional que se caracteriza por abarcar a los organismos que contribuyen con la polinización, control biológico y descomposición y la biota destructiva que comprende elementos como las malezas, insectos plaga, y patógenos que afectan la productividad de los cultivos (Nicholls, 2008b).

En la figura 1 se muestran los componentes, funciones y estrategias de mejoramiento de la biodiversidad en agroecosistemas.

Figura 1

Componentes funcionales y estrategias de mejoramiento de la biodiversidad en agroecosistemas



Nota. Adaptado de “El Rol Ecológico de la Biodiversidad en Agroecosistemas”, por M. Altieri, 1992, *Revista CLADES*, 1 (4).

2.1.4 Agroecología vs agricultura convencional

En la actualidad los nuevos modelos productivos basados en la agroecología han tomado fuerza desplazando a la agricultura convencional, portando beneficios como menor impacto medioambiental, mejoramiento de biodiversidad y disminución de costos de producción. En la tabla 2 se evidencian las diferencias existentes entre la agroecología y la agricultura convencional.

Tabla 2*Diferencia entre un agroecosistema y la agricultura convencional*

Agricultura ecológica	Agricultura convencional
Empleo de grandes extensiones de un solo cultivo	Rotación de cultivos, asociaciones de cultivos y cultivos para abono verde.
Uso de maquinaria pesada, causando erosión y pérdida de suelo en los terrenos.	Labranza mínima o nula a favor de la conservación del suelo.
Uso de semillas externas o modificadas genéticamente.	Recicla desechos agrícolas y produce abonos orgánicos.
Combate las plagas y enfermedades con productos químicos.	Uso de semillas locales
Obtención de productos contaminados con agroquímicos	Combate las plagas con otros métodos sin empleo de químicos.
Uso de herbicidas para mantener el suelo libre de malezas	Uso de coberturas para proteger el suelo de la erosión y la compactación.

Fuente: Miguélez (2017)

La agroecología se enfoca principalmente en el uso de tecnologías simples e insumos generados localmente, además pretende mejorar la fertilidad natural del suelo empleando barbechos, uso de leguminosas, recubrimiento de suelos, y uso de abonos orgánicos como el compost, té de estiércol, abono bocashi, humus, entre otros (Altieri, 1986).

De acuerdo con la constitución del Ecuador:

El Sumak kawsay prohíbe el uso de contaminantes orgánicos persistentes altamente tóxicos, agroquímicos internacionalmente prohibidos y las tecnologías y agentes biológicos experimentales nocivos y organismos genéticamente modificados perjudiciales para la salud humana o que atenten contra la soberanía alimentaria a los ecosistemas. (Mosquera, 2010, p. 3)

Los abonos orgánicos son sustancias producidas por la descomposición de residuos de animales, humanos, restos de vegetales u otra fuente orgánica que son capaces de recuperar el suelo, fijar carbono en el mismo, absorber agua y otras funciones benéficas para los cultivos al momento de su aplicación (Arango, 2017).

2.1.5 Agricultura alternativa

Esta disciplina se define como el modelo antagónico a la agricultura convencional que depende de insumos químicos para su producción, las estrategias de una agricultura sostenible están basadas principalmente en diseñar nuevos modelos agrícolas que permitan mantener un ambiente balanceado mediante el control natural de plagas (Altieri, 2009).

La agricultura alternativa se apoya en conceptos ecológicos, aplicando sinergias que surgen a partir de la combinación de cultivos, árboles y animales en diferentes arreglos especiales y temporales, dentro de estas alternativas se pueden mencionar rotaciones de cultivos, manejo integrado de plagas, uso de agroecosistemas diversos con especies vegetales (Altieri, 2009).

2.1.6 Plantas arvenses en la agroecología

Se denomina plantas arvenses a las especies vegetales que son capaces de convivir con cultivos agrícolas y pueden aportar de manera positiva a los cultivos ya sea como coberturas nobles para el suelo o como refugio para enemigos naturales de los cultivos, aunque también pueden comportarse como hospederas de plagas y enfermedades (Blanco y Leyva, 2010).

Función de las arvenses en la agricultura. Las arvenses son plantas sin valor económico que crecen en los márgenes y caminos del cultivo de interés, suelen comportarse como invasoras facilitando la competencia por nutrientes, sin embargo, si se conoce su función en el agroecosistema pueden ser empleadas en beneficio de la agricultura para el control biológico, prevención de erosión del suelo e inclusive sirven de reservorio de organismos benéficos para el control general de plagas (Blanco y Leyva, 2007).

Algunas plantas pueden servir de albergue a insectos plaga, patógenos y sus vectores, además contribuyen como puentes entre huéspedes, enemigos naturales y al equilibrio de la entomofauna benéfica, donde se albergan fitófagos neutrales, depredadores y parasitoides que se alimentan de néctar, polen y savia, por otro lado, las plantas que están provistas de secreciones nectarios son ricas en carbohidratos como glucosa, sacarosa, fructuosa y aminoácidos esenciales para los insectos que se alimentan de esta fuente alimenticia, el polen es otra fuente de alimento que aporta con aminoácidos esenciales para ciertos insectos benéficos (Mexzón y Chinchilla, 2003).

Existen estudios que demuestran que las arvenses de la familia Umbelífera sirven como refugio de insectos parasitoides como *Tachinidae* sp., e *Ichneumonidae* sp. que se alimentan de *Plutella xylostella* L. (palomilla dorso de diamante) una plaga que ataca al repollo (Altieri, 1986).

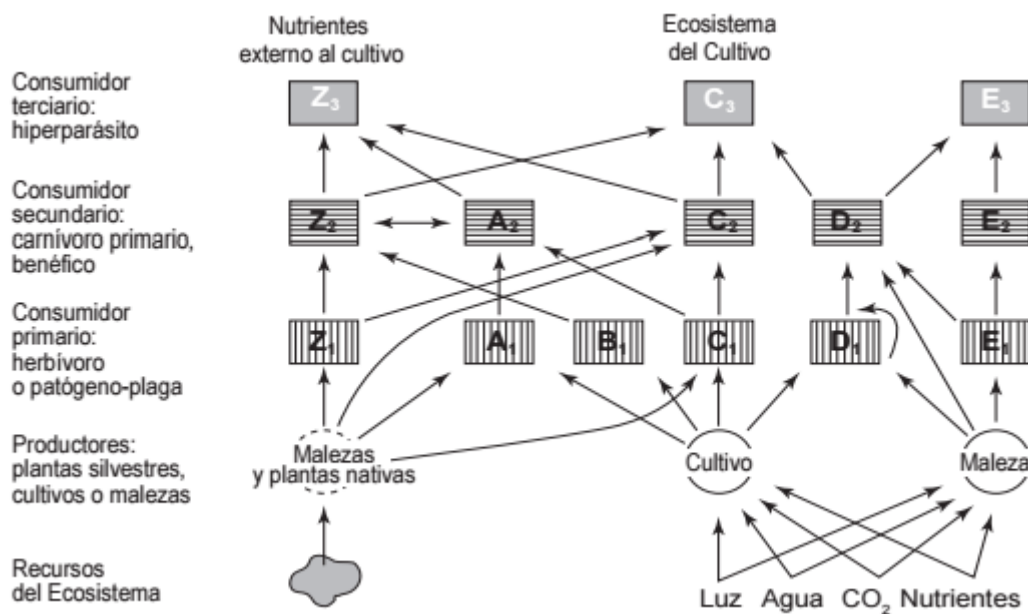
2.1.7 Manejo de la vegetación arvense benéfica

El conocer que la interacción de las plantas arvenses con los insectos benéficos y polinizadores aporta de manera significativa en la disminución de la inversión por gasto de

herbicidas e incluso mejora el combate mecanizado de las malezas, aportando positivamente a la conservación de factores bióticos que son favorables para las poblaciones de organismos benéficos, los espacios rodeados por malezas pueden funcionar como corredores biológicos donde polinizadores e insectos fitófagos contribuyan a la disminución de densidad poblacional de plagas que afectan a cultivos de interés (Mexzón y Chinchilla, 2003).

Figura 2

Interacción entre malezas, plagas y organismos benéficos



Nota: Recursos (Luz, Agua, CO₂, Nutrientes) y relaciones posibles entre productores (Plantas espontáneas fuera del área Z “ecosistema externo”) y la especie cultivada (C) + las malezas (W) (en el ecosistema del cultivo), los consumidores primarios (Z₁, A₁, B₁, C₁, D₁ y E₁), los consumidores secundarios (Z₂, A₂, C₂, D₂ y E₂) o los terciarios (Z₃, C₃, E₃), nótese las interacciones posibles entre los niveles (productores/consumidores) según se trate de una planta nativa (Z) que no está en el cultivo (por ejemplo un borde) o bien de una maleza en el cultivo (E) (Montero, 2014).

Para que el control biológico empleando plantas arvenses nativas, sea efectivo hay que tener en cuenta algunos requerimientos como la selección minuciosa de las especies de interés, recolección, selección de semillas aptas para la siembra y su forma de propagación, además hay que analizar el área donde van a ser dispersas (Mexzón y Chinchilla, 2003).

La vegetación juega un papel importante en el correcto funcionamiento del ecosistema. Existe una teoría en desarrollo que menciona que para establecer una interacción favorable entre vegetación e insecto se requieren de ciertos factores que son la coevolución de los patógenos y la flora, apariencia vegetal, presencia de enemigos naturales, entre otros (Mexzón y Chinchilla, 2003). A continuación, se mencionan algunas plantas arvenses que contribuyen de manera positiva al desarrollo de la agroecología.

De acuerdo con Mexzón y Chinchilla (2003), las plantas capaces de atraer insectos benéficos forman parte de las familias Asteraceae a la que pertenece el amor seco (*Bidens pilosa* L.), Euphorbiaceae de la escobilla (*Sida rhombifolia* L.) y Malvaceae de la malva (*Fuertesimalva limensis* L.), estas plantas pueden atraer insectos tales como abejas (*Apis mellifera* L.). Nicholls (2008b) menciona que el uso de plantas con flores llamativas como yuyo (*Brassica rapa* L.), Chicorea (*Cichorium intybus* L.), chilco (fucsia magellánica L.), verbena (*glandularia sulphurea* J.) sirven como refugio a avispas, arañas y otros insectos, además les proveen polen y néctar necesario para su alimentación. Así mismo Aupas (2020) menciona que en el Ecuador existen arvenses clasificadas como Malezas y plantas nobles, mismas que se muestran en la tabla 3.

Tabla 3*Plantas arvenses atrayentes de insectos benéficos y polinizadores*

Familia	Nombre científico	Nombre común
Amaranthaceae	<i>Alternanthera porrigens</i> (Jacq.) Kuntze	Moradilla
	<i>Amaranthus quitensis</i> Kurth	Yuyo colorado
	<i>Dysphania ambrosioides</i> L.	Paico
	<i>Ambrossia arborescens</i> Mill.	Marco
	<i>Baccharis latifolia</i> (R&P.) Pers.	Chilca
Asteraceae	<i>Bidens andicola</i> Kurth.	Amor ciengo
	<i>Bidens Pilosa</i> L.	Amor seco
	<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronq.	Rama Negra
	<i>Parthenium rhomboideum</i> (Dunal) Kuntze	Altamisa de campo
Solanaceae	<i>Capsicum rhomboideum</i> (Dunal) Kuntze	Tomatillo
	<i>Nicandra physaloides</i> (L.) Gaertn.	Tomate de monte
	<i>Solanum nigrescens</i> M.Martens & Galcotti	Hierba mora
Euphorbiaceae	<i>Croton elegans</i> Kunth.	Mosquera
	<i>Dalea coerulea</i> (L.f.) Schinz y Thell	Iso
Fabaceae	<i>Lupinus pubescens</i> L.	Chocho
	<i>Mimosa albida</i> Willd.	Dormilona grande
	<i>Desmodium</i> (Sw.) DC.	Desmodium
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i> L.	Escobilla
	<i>Fuertesimalva limensis</i> (L.) Fryxell.	Malva
Convolvulaceae	<i>Ipomoea purpurea</i> (L.) Roth.	Campanitas
Lamiaceae	<i>Salvia sagittata</i> Ruiz & Pav.	Matico
Verbenaceae	<i>Verbena litoralis</i> Kunth.	Verbena

Interacción entre arvenses, plagas y organismos benéficos. Las arvenses consideradas como malezas pueden competir por espacio, nutrientes y luz con los cultivos de interés e incluso servir de hogar a plagas o agentes patógenos y sus vectores, pero también pueden contribuir a mantener el equilibrio de la fauna benéfica tales como herbívoros neutrales, detritívoros, parasitoides y predadores (Montero, 2014). En la figura 2 se muestra la interacción entre malezas, plagas y organismos benéficos.

2.1.8 Artrópodos benéficos y polinizadores en agroecología

Los insectos polinizadores en agroecología son de vital importancia, debido a que un tercio de las cosechas agrícolas del mundo dependen de la polinización y también se interrelacionan con la vegetación o diversidad vegetal (Sarandón, 2002a). La mayoría de los artrópodos benéficos requieren alimento en la forma de néctar y/o polen de las flores para su óptimo desarrollo y altos niveles de producción (Tschamtkke et al., 2005).

Cuando los hospederos primarios no están disponibles los parasitoides y predadores requieren fuentes alternativas para completar su ciclo de vida (Debach y Rosen, 1991) varias especies de abejas requieren flores dentro de su rango de búsqueda para maximizar su potencial reproductivo (Kremen et al., 2007). Los servicios de polinización mantienen la productividad del 75% de los principales cultivos agrícolas, lo cual representa el 35% del volumen de la producción mundial. La baja productividad y rendimiento se han asociados con la pérdida de polinizadores, lo cual ha sido compensado con la expansión de campos agrícolas.

Las especies vegetales nativas generalmente no son consideradas soporte para los artrópodos benéficos y se da mayor importancia a las plantas introducidas ya sean de ciclo corto, anual o bianual. El uso de plantas nativas en las estrategias de manejo y control de plagas son una alternativa para incrementar las fuentes de alimento y refugio para estos insectos.

2.2 Cultivos andinos

Los cultivos andinos aportan en gran medida al pequeño y mediano agricultor, debido a su fácil manejo agronómico, de estos se destacan las leguminosas, cereales y pseudocereales,

las más consumidas en el Ecuador son en fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) y la arveja (*Pisum sativum* L.).

2.2.1 Fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.)

El fréjol es una leguminosa muy reconocida y distribuida en cinco continentes, además es una gran fuente nutricional, indispensable en la dieta alimenticia (Hernández, 2009). El Ecuador cuenta con variadas características de suelo, lo que permite cultivar diversas variedades. El Ecuador cultiva alrededor de 121 mil hectáreas de la mencionada leguminosa, lo que constituye el 40 a 70% del ingreso económico para el agricultor (Albuja, 2016). Cerca de un 50% del área cultivada de fréjol se asocia con el cultivo de maíz de las cuales el 84% se consume en grano seco y el 16% es consumido en tierno (Basantes, 2015).

Manejo agronómico del cultivo de fréjol. El fréjol requiere una pendiente de suelo mayor al 30% con la finalidad de evitar pérdida de nutrientes por escorrentías y un acceso fácil a fuentes hídricas que facilite las labores del control de malezas. Por otra parte, también es importante tomar en cuenta la vegetación existente, porque estas plantas podrían albergar insectos plagas y enfermedades perjudiciales para el cultivo (García et al., 2009).

Según Benavides (2017), el cultivo de fréjol requiere ciertas condiciones edafoclimáticas para su desarrollo. Puede ser cultivado en suelos franco limoso-arcilloso a franco arcilloso, la temperatura promedio para su desarrollo varía de los 15 °C como mínimo hasta 30 °C como máximo. La humedad relativa que necesita es del 60% con precipitaciones anuales de 3000-4000 mm y un pH de suelo de 5.6 a 6.5.

Etapas fenológicas del cultivo de fréjol. Henríquez et al. (1992) proponen una tabla de códigos que evidencia cada etapa fenológica del cultivo y su descripción. En la tabla 4 se evidencia la escala de desarrollo de una planta de fréjol de acuerdo con su etapa fenológica.

Tabla 4

Tabla de códigos de etapas fenológicas en el cultivo de fréjol

Código/Etapa	Descripción
V0	Germinación: la semilla está en condiciones favorables para su emergencia.
V1	Emergencia: los cotiledones del 50% de las plantas están despegadas
V2	Hojas primarias: hojas primarias del 50% de las plantas están desplegadas.
V3	Primera hoja la primera hoja del 50% de las plantas está desplegada.
V4	Tercera hoja: la tercera hoja del 50% de las plantas están desplegadas.
R5	Prefloración: los primeros brotes o racimos han aparecido el 50% de las plantas.
R6	Floración: se ha abierto la primera flor en el 50% de las plantas.
R7	Formación de las vainas: al marchitarse la corola, en el 50% de las plantas aparece por lo menos una vaina.
R8	Llenado de vainas: llenado de las semillas en la primera vaina en el 50% de las plantas.
R9	Maduración: cambio de color en por lo menos una vaina en el 50% de las plantas (de verde a amarillo uniforme o pigmentación)

Fuente: Henríquez et al. (1992)

Selección y preparación del suelo. Para un óptimo desarrollo del sistema radicular se requiere realizar un arado de 20 a 30 cm de profundidad con arado de disco y posteriormente realizar dos pases de rastra para disminuir la presencia de terrones que se pudieron haber formado después de la aradura (Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria Secretaría de Agricultura y Ganadería [DICTA], 2013).

Siembra. La mayoría de los agricultores emplean labranza mínima para la siembra, para ello los productores realizan una aplicación de herbicidas seis días antes de la siembra, con la finalidad de disminuir la presencia de gusano alambre, babosas, entre otros (García et al., 2009). En la tabla 5 se evidencian los productos aplicables durante la pre-siembra.

Tabla 5

Productos y dosis para control de malezas en pre-siembra

Nombre comercial	Nombre químico	Dosis cc/bomba de 20 litros
Glifonex, Estelar, Glifosato, Cordel-roundup	Glifosato	100 cc
2-4D, herbicida	Fenoxi 2-4D	50 cc

Fuente: García et al. (2009)

Como mencionan López et al. (1985) la siembra de las semillas se debe realizar de 2 a 4 cm de profundidad, con una distancia de 50 a 60 cm entre surco y 30 a 40 cm entre planta, empleando alrededor de 56 kg/ha de semilla para obtener una densidad de siembra de 220.000 plantas por hectárea.

Control de malezas. En el cultivo de fréjol es importante tener en cuenta el control de malezas porque estas plantas pueden representar competencia por luz, agua y nutrientes o incluso ser hospederas de plagas y enfermedades perjudiciales para el cultivo, el control de estas malezas se puede realizar mediante control químico y con control cultural, dependiendo de la disponibilidad de recursos del agricultor (López et al., 1985).

Fertilización. De acuerdo con Hernández (2009) las cantidades de fertilizante varían de acuerdo con la variedad y manejo agronómico, sin embargo, se estima que para obtener una

tonelada de granos de fréjol se necesita un promedio de 53 kg de nitrógeno, 6 kg de fósforo (15 kg de P₂O₅) y 55 kg de potasio (66 kg de K₂O).

Plagas y enfermedades del cultivo de fréjol. El cultivo de fréjol es susceptible a diversidad de plagas y enfermedades que se presentan con mayor frecuencia como se muestra en las tablas 6 y 7.

Tabla 6

Principales plagas presentes en el cultivo de fréjol

Plaga	Descripción
Mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i> G.)	Vive en las hojas chupando la savia y transmite virus.
Lorito verde (<i>Empasca fabae</i> H.)	Habita en el envés de las hojas, causa achaparramiento de la planta, deforma la vaina y reduce el rendimiento de la producción
Caballada (<i>Prodenia eridania</i> S.)	Se encuentra en el envés de la hoja y se alimenta del parénquima y vainas tiernas.
Comedores de hoja (<i>Diabrotica</i> sp., <i>Cerotoma</i> sp.)	El daño más común es la perforación de hojas, brotes tiernos y flores, además transmiten virus.
Arañita roja (<i>Tetranychus urticae</i> C.)	Produce amarillamiento y marchitez en las hojas y se presenta en la etapa vegetativa.
Gusanos cortadores (<i>Agrotis ipsilon</i> H.)	Produce cortes en las bases del tallo y posterior a eso la muerte de las plantas.
Gusano perforador de la hoja (<i>Apion godmani</i> J.)	Afecta directamente a la vana perforándola y ocasionando un daño a la semilla y por ende una baja producción

Fuente: Ulcuango (2018)

Las enfermedades más comunes en el cultivo de fréjol según Pérez y Urbina (2014) son la antracnosis, bacteriosis común y pudrición radical (Tabla 7).

Tabla 7*Principales enfermedades del fréjol*

Enfermedad	Descripción
Tizón común o bacteriosis (<i>Xanthomonas phaseoli</i> G.)	Esta bacteria Gram negativa causa daños en tallos, vainas y semillas.
Roya (<i>Uromyces appendiculatus</i> L.)	El daño más considerable es visible en las hojas, sin embargo, puede afectar a todos los órganos de la planta.
Antracnosis (<i>Colletotrichum lindemuthianum</i> S.)	Se presenta con manchas de color café y lesiones circulares de color amarillo, rojizo o café en las vainas.
Mancha angular (<i>Isariopsis griseola</i> S.)	Se presenta como manchas angulares capaces de cubrir toda la hoja y causar un amarillamiento total de la misma.
Pudrición radical por rhizoctonia (<i>Rhizoctonia solani</i> J.)	Ataca principalmente a las semillas en proceso de germinación y en las raíces produciendo un achaparramiento de las plantas o incluso su necrosis total.

Fuente: Pérez y Urbina (2014)

2.2.2 *Quinoa (Chenopodium quinoa W.)*

Se conoce que el cultivo de quinua ha sido domesticado hace miles de años en los países de América del Sur y se ha convertido en un alimento ideal gracias a su alto contenido de aminoácidos y proteínas necesarios (Gómez y Aguilar, 2016). Bolivia es líder en exportación mundial de quinua, seguido por Perú y Ecuador, en 1996 la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) lo nombró como uno de los cultivos más importantes para la humanidad (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2011).

Etapas fenológicas del cultivo de quinua. Con la finalidad de describir mejor cada una de las etapas fenológicas del cultivo de quinua la información se detalla en la tabla 8.

Tabla 8*Etapas fenológicas del desarrollo de la quinua*

Código/etapa	Descripción
Q1 (Emergencia)	Aparecen las dos hojas cotiledonales.
Q2 (Dos hojas verdaderas)	Aparición de las dos primeras hojas verdaderas.
Q3 (Cuatro hojas verdaderas)	Presencia de dos pares de hojas verdaderas y las cotiledonales.
Q4 (Seis hojas verdaderas)	Presencia de tres pares de hojas extendidas.
Q5 (Ramificación)	Aparecen ocho pares de hojas verdaderas y las hojas cotiledonales caen.
Q6 (Panoja)	Aparición de la primera panoja que sobresale por encima de las hojas.
Q7 (Floración)	Apertura de primeras flores de la parte apical de la panoja.
Q8 (Grano lechoso)	Los granos ya fecundados presentan una textura lechosa.
Q9 (Grano pastoso)	Los granos presentan una consistencia pastosa de color blanco.
Q10 (Maduración)	Toda la planta está seca y los granos presentan resistencia al ser presionados.

Fuente: Yzarra y López (2017)

Manejo agronómico del cultivo de quinua. De acuerdo con Álvarez et al. (2016), la quinua es un cultivo que requiere de suelos francos a franco-arcillosos, con alto contenido de materia orgánica y un pH de 6.5 a 8. El requerimiento óptimo de agua va desde los 500 a 1000 mm anuales y temperaturas desde 15 °C a 25 °C, siendo muy susceptible a las heladas (Gómez y Aguilar, 2016).

Selección y preparación del suelo. Se recomienda emplear tractor para realizar un arado y rastrado que permita mullir el suelo y hacer más fácil la labor de surcado para la siembra (Nieto et al., 1992). La presencia de suelos duros y compactos puede ocasionar problemas de germinación, produciendo plantas pequeñas y débiles como lo menciona (Álvarez et al., 2016).

Siembra. De acuerdo con FAO (2011), para la siembra de la quinua es necesario tomar en cuenta la época, lugar y características de la variedad a sembrar y por último la humedad

del suelo. La distancia entre surcos varía desde los 0.50 a 0.80 cm y por lo general la plantación se la realiza a chorro continuo, ocupando una cantidad de semilla de 8 a 12 kg/ha.

Control de malezas. Como menciona Quispe (2017), para el control de malezas existe el método químico, donde se emplean herbicidas de amplio espectro, selectivos, de contacto, sistémicos y residuales. Una ventaja del uso de herbicidas es la muerte de malezas de forma selectiva. De acuerdo con Gómez y Aguilar (2016), el control manual de malezas se enfoca en minimizar la germinación de semillas de malas hierbas y la probabilidad de erosión del suelo, dentro de estas malezas se destacan el trébol amarillo (*Melilotos indicus* L.) nabo silvestre (*Rapistrum rugosum* L.) y hierba de rescate (*Bromus catharticus* V.) entre otras.

Plagas y enfermedades del cultivo de quinua. Como todos los cultivos agrícolas la quinua se ve afectada por diversidad de plagas y enfermedades que se detallan en las tablas 9 y 10.

Tabla 9

Principales plagas de la quinua

Plaga	Descripción
Gusano cortador (<i>Agrotis ipsilon</i> H.)	Se alimenta de las hojas inferiores de la planta atacándola en sus etapas iniciales de desarrollo.
Gusano ejército (<i>Spodoptera ocherea</i> H.)	Las larvas atacan desde las etapas iniciales y se alimentan de la epidermis de las hojas.
Falso medidor (<i>Omiodes indica</i> F.)	Por lo general se ubican en el envés de las hojas y ocasionan lesiones irregulares en las mismas.
Mosca minadora (<i>Liriomyza</i> spp. M.)	Atacan a las hojas impidiéndoles realizar la fotosíntesis
Gusano bellotero (<i>Chloridea virescens</i> F.)	Las larvas se alimentan de los brotes de las hojas tiernas y también se alimentan de las flores.
Chinche de la quinua (<i>Liorhyssus hyalinus</i> F.)	Afectan a las hojas y granos en crecimiento succionando la sabia de estas.

Fuente: Cruces y Callohuari (2016)

En la tabla 10 se evidencian las principales enfermedades de la quinua.

Tabla 10

Principales enfermedades de la quinua

Enfermedad	Descripción
Mildiu de la quinua (<i>Peronospora variabilis</i> G.)	Se presenta como manchas irregulares de color amarillas o rojizo y a medida que crece defolia la planta.
Chupadera fungosa (<i>Fusarium</i> sp.)	Los síntomas de la enfermedad se presentan en la etapa de emergencia provocando un estrangulamiento en la planta.
Moho verde (<i>Cladosporium</i> sp.)	Aparece en las etapas iniciales como manchas de color verde cubriendo en su totalidad a la hoja.
Mancha ojival del tallo (<i>Phoma</i> sp.)	Se presenta durante las etapas finales del cultivo, afectando tallos y peciolo causando estrangulamiento y muerte de tejidos.
Cercosporiasis (<i>Cercospora</i> sp.)	Afecta desde la germinación hasta el panojamiento, provocando manchas necróticas en las hojas y afectando la calidad de los granos.
Podredumbre marrón del tallo (<i>Phoma exigua</i> S.)	Evidente durante el panojamiento, provocando manchas pequeñas de color marrón oscuro y de aspecto vitreo.
Ojo de gallo (<i>Passalora dubia</i> R.)	Se presenta durante la floración y panojamiento, produciendo manchas de color marrón claro.
Bacteriosis (<i>Pseudomonas</i> sp.)	Afecta las fases de panojamiento y maduración, la enfermedad provoca manchas humedecidas de color marrón oscuro.

Fuente: Cruces y Callohuari (2016)

Fertilización. La fertilización se debe realizar tomando en cuenta los resultados de un análisis previo de suelo y a las necesidades de la variedad a cultivarse y que a la vez contribuyan a un buen desarrollo del cultivo. Como sugiere Peralta (2009), se debe aplicar 100 kg/ha de 18-46-00 al momento de la siembra, en caso de que en el suelo se haya cultivado papas se debe emplear 100 kg/ha de urea y 200 kg/ha de nitrato de amonio.

Para la fertilización de la quinua se recomienda aplicar de 80 a 40 kg de nitrógeno (N) por hectárea y de fosfato (P_2O_5) respectivamente (Peralta, 2009). Sin embargo, Gómez y Aguilar (2016), mencionan que para obtener un rendimiento de 6000 a 7000 kg/ha de quinua el agricultor debe administrar una dosis de 300 kg/ha de nitrógeno (N), 120 kg/ha de fósforo (P) y 300 kg/ha de potasio (K).

2.2.3 Trigo (*Triticum* sp.)

Los cereales son cultivos de gran importancia agrícola y dentro de estos se encuentra el trigo que es el más abundante y productivo (Juárez et al., 2014). El trigo es un cereal originario de Asia que ha sido cultivado desde hace 6000 años, considerándose así uno de los cereales de importancia mundial (Divito y García, 2017).

Etapas fenológicas del cultivo de trigo. Para poder determinar las etapas fenológicas del cultivo se establece como base los códigos de la escala de Zadoks empleada para los cereales (García, 2012). En la tabla 11 se expresan cada una de las etapas fenológicas del cultivo.

Tabla 11

Tabla de códigos de etapas fenológicas en el cultivo de trigo

Código/etapa	Descripción
Z0 (Germinación)	Aparecen las dos primeras hojas.
Z1 (Producción de hojas)	Aparición de las primeras hojas en paralelo.
Z2 (Macollamiento)	Inicia cuando las plantas presentan entre dos o tres hojas.
Z3 (Producción de nudos)	Comienza cuando aparece una pequeña protuberancia que será el primer nudo aéreo.
Z4 (Vaina engrosada)	La espiga comienza a aparecer a través de la vaina de la hoja bandera o superior.
Z5 (Espigado)	La mitad de la espiga está visible.

Código/etapa	Descripción
Z6 (Antesis)	Es el tiempo de expansión de la espiga hasta tornarse completamente visible.
Z7 (Estado lechoso)	Los granos están en madurez acuosa con liquido claro.
Z8 (Estado pastoso)	Los granos están casi maduros y sin liquido acuoso.
Z9 (Madurez)	granos maduros de color amarillo y llenos de almidón.

Fuente: García (2012)

Manejo agronómico del cultivo. De acuerdo con Novoa y Villaseca (1987) el trigo es un cultivo que requiere de alrededor 14 horas luz para una correcta floración y un periodo de frio de 800 horas a 7 °C para su correcto desarrollo. Los factores más importantes para un desarrollo optimo del cultivo son la preparación del suelo, con una precipitación de 540 mm se puede obtener 1 kg de materia seca y también se requiere una temperatura de 12.5 °C hasta los 22.5 °C (Moreno et al., 2001).

Siembra. Como menciona Ibarra (1991), la cantidad óptima de semillas es de 70 kg/ha que deben ser sembradas en surcos separados de 75 cm. Por otra parte, Gasparotto (2014), afirma que se requieren alrededor de 60 kg/ha de semillas para garantizar un buen macollaje y mejorar la producción del cultivo.

Control de maleza. Según Castillo et al. (2017), en el cultivo de trigo es necesario realizar una limpieza previa a la siembra, con la finalidad de eliminar la carga de semillas de maleza en el terreno. Otras alternativas son la instalación de trampas para malezas y la preparación del suelo. Cuando el cultivo ya está instalado se procede a aplicar herbicidas y también emplear el control manual o mecánico.

Fertilización. En el cultivo de trigo se requiere una dosis de 60 kg/ha de nitrógeno la misma que puede ser compensada con 130 kg de urea o 290 kg de sulfato de amonio, en cuanto al fósforo se recomienda aplicar 40 kg/ha que es compensado aplicando 190 kg de superfosfato simple (Moreno et al., 2001). En cuanto a potasio se refiere, es recomendable aplicar 7.5 kg de K₂O por tonelada de semilla empleada (García, 2014).

Plagas y enfermedades del cultivo de trigo. El cultivo de trigo como los demás cultivos agrícolas está expuesto a diversidad de plagas y enfermedades que se muestran a continuación en las tablas 12 y 13.

Tabla 12

Principales plagas del trigo

Plaga	Descripción
Afidos (<i>Myzus persicae</i> S.)	En abundancia pueden causar amarillamiento y muerte de las hojas.
Chinche apestosa (<i>Nezara viridula</i> L.)	La saliva de este insecto es tóxica para la planta, además perfora el tallo ocasionando la muerte de la planta.
Barrenador del tallo (<i>Diatraea saccharalis</i> F.)	Defolian las plantas, masticando las hojas desde los bordes hasta las nervaduras.
Escarabajo de la hoja (<i>Oulema melanopus</i> L.)	Ocasiona daños en las hojas y el síntoma es la evidencia de rayas longitudinales sobre la hoja.
Mosca de Hesse (<i>Mayetiola destructor</i> S.)	Provocan enanismo y disminución del rendimiento del cultivo, debido a que succionan la sabia de los tejidos vegetales.

Fuente: Prescott et al. (1986)

En la tabla 13 se observan las principales enfermedades del cultivo de trigo.

Tabla 13*Principales enfermedades del trigo*

Enfermedad	Descripción
Roya de la hoja (<i>Puccinia triticina</i> E.)	Provoca pústulas elípticas de color anaranjado o café.
Roya del tallo (<i>Puccinia graminis</i> P.)	Ocasiona lesiones de color café oscuro en el tallo y hojas.
Roya lineal (<i>Puccinia striiformis</i> W.)	Provoca lesiones en hojas de color amarillento a anaranjado.
Carbón parcial (<i>Tilletia indica</i> T.)	Afecta a los granos, ocasionando manchas negras en el endospermo.
Carbón volador (<i>Ustilago tritici</i> P.)	Afecta a toda la inflorescencia excepto el raquis, se evidencian esporas negras en las espigas.
Mildiu polvoriento (<i>Erysiphe cichorasearum</i> D.)	Existe presencia de micelios de color blanco o gris y el tejido afectado se torna clorótico.
Tizón foliar (<i>Exserohium turcicum</i> P.)	Se presenta como manchas cloróticas ovales o alargadas y afecta a todas las partes de la planta.
Moho blanco (<i>Fusarium nivale</i> L.)	Afecta a las hojas provocándoles manchas moteadas ovales o elípticas.

Fuente: Prescott et al. (1986)

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

A continuación, se describe el área de estudio, metodología y materiales que involucran a la investigación:

3.1 Descripción del área de estudio

El estudio se llevó a cabo en la Granja Experimental La Pradera, ubicada en la Parroquia de San José de Chaltura del cantón Antonio Ante de la Provincia de Imbabura. La Granja posee 27 hectáreas, se encuentra a una altitud de 2340 metros sobre el nivel del mar y con un clima templado de 16 °C promedio de temperatura, una pluviosidad de 750 mm y posee un suelo franco arcilloso. Se dedica a la producción agrícola, pecuaria y ganadera (Gobierno Autónomo Descentralizado de Antonio Ante [GAD-AA], s.f.).

3.1.1 Caracterización de la Granja Experimental “La Pradera”

En la tabla 14 se detallan las características del área donde se realizó el experimento.

Tabla 14

Características del área de estudio

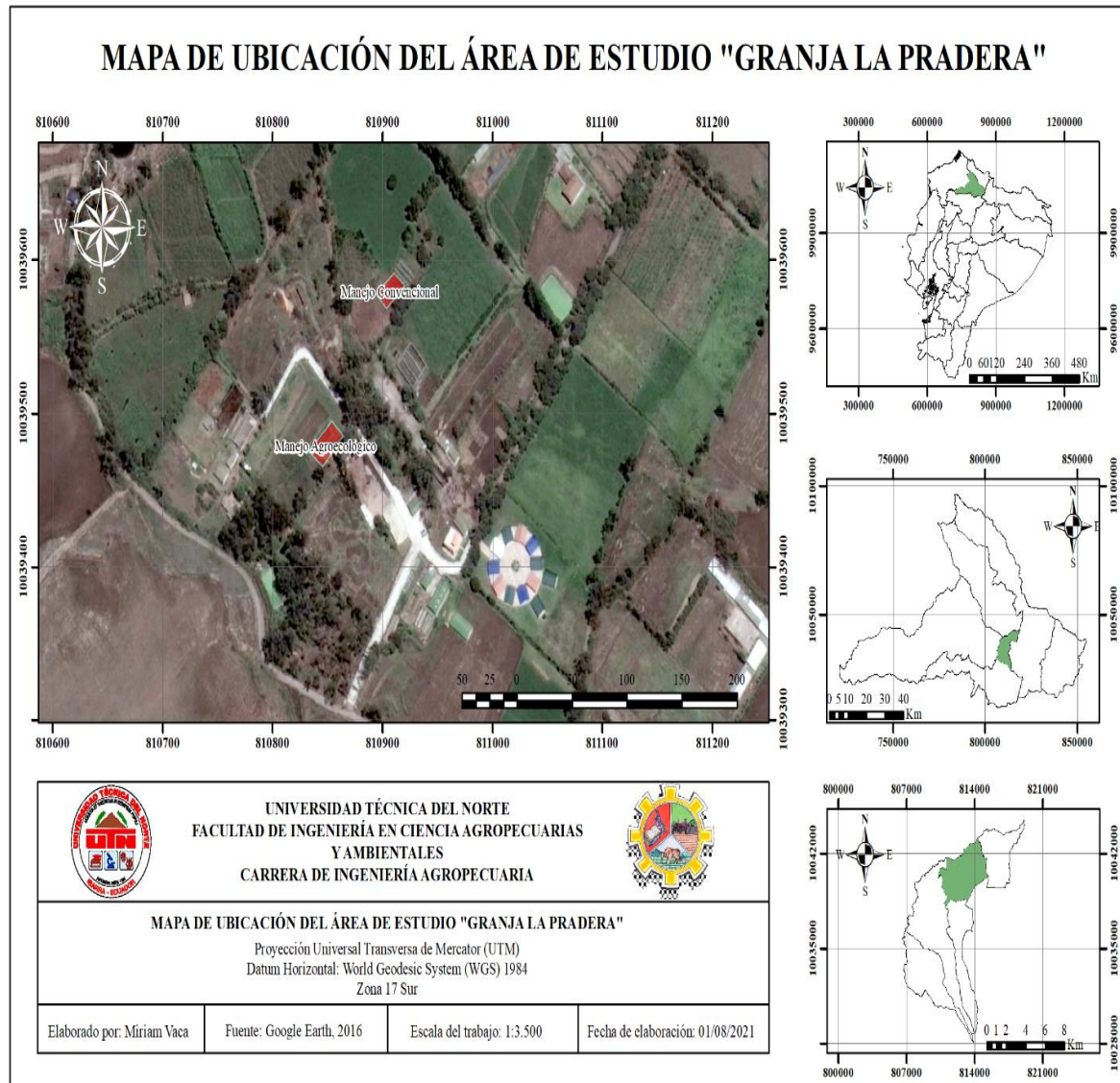
Ubicación	Granja Experimental “La Pradera”
Cantón	Antonio Ante
Parroquia	Chaltura
Provincia	Imbabura
Altitud	2340 m.s.n.m
Latitud	0°21'19”
Longitud	78°11'32”

3.1.2 Ubicación Geográfica

En la figura 3 se observa el lugar específico donde se realizó el tema de investigación.

Figura 3

Mapa geográfico de ubicación del diseño experimental



3.2 Materiales y equipos

En la tabla 15 se detallan los materiales, equipos e insumos que se requirieron durante el desarrollo de la investigación.

Tabla 15*Materiales y equipos*

Materiales	Herramientas	Equipos	Insumos
Libreta de campo	Palas	Equipo de riego	Semillas de cuatro cultivos andinos
Cinta métrica	Azadones	Balanzas	Fertilizantes orgánicos
Letreros de identificación		Bombas de fumigar	Fertilizantes químicos
			Insecticidas orgánicos
			Insecticidas químicos
			Fungicidas químicos

3.3 Métodos**3.3.1 Factores en estudio**

Los factores en estudio fueron los sistemas de producción y días después de la siembra

❖ **Sistemas de producción**

Nivel A: Sistema de manejo agroecológico

Nivel B: Sistema de manejo convencional

❖ **Días después de la siembra****3.3.2 Características del experimento**

Área del experimento	348 m ² (24 m x 14.5 m)
Sistemas de producción	2
Cultivos	3
Número de bloques	3
Número total de unidades experimentales	18

3.3.3 Características de la unidad experimental para fréjol

Área de la unidad experimental	18 m ² (6 m x 3 m)
--------------------------------	-------------------------------

Distancia entre plantas	0.40 m
Distancia entre surcos	0.80 m
Número de plantas por unidad experimental	49 plantas

3.3.4 Características de la unidad experimental para quinua.

Área de la unidad experimental	18 m ² (6 m x 3 m)
Densidad de siembra pseudocereales	12 kg/ha (0.021kg/UE)

3.3.5 Características de la unidad experimental para trigo

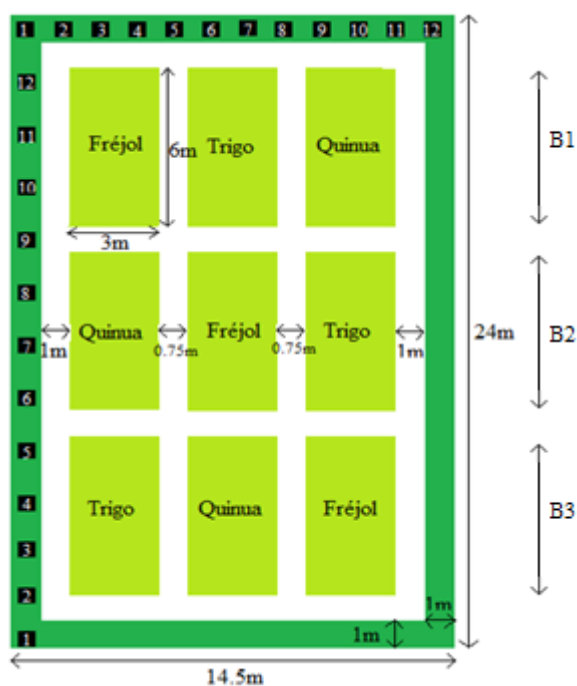
Área de la unidad experimental	18 m ² (6 m x 3 m)
Densidad de siembra cereales	15 kg/ha (0.027kg /UE)

3.3.6 Diseño experimental

Para la investigación planteada se empleó un diseño en bloques completos al azar (DBCA), mismos que se evidencian en la figura 4 y 5.

Figura 4

Esquema representativo del diseño agroecológico

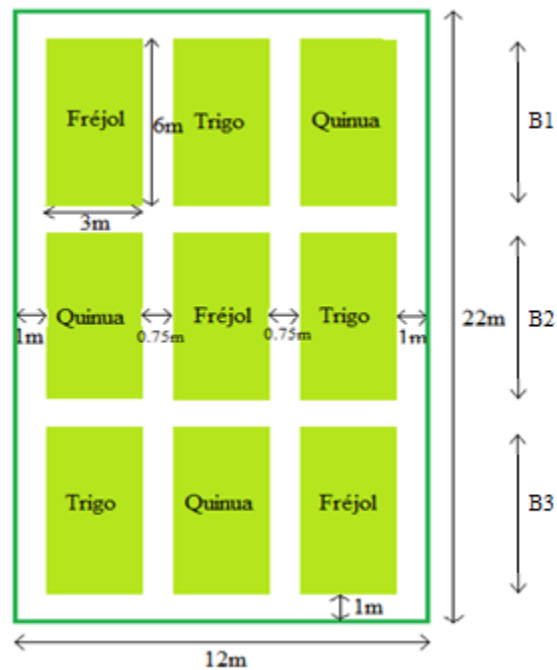


La figura 4 representa el diseño agroecológico con la distribución de los cultivos en el

experimento, además se observa un borde verde oscuro que simboliza el margen multifuncional y en su interior se observa una numeración de color negro que representa las 12 plantas arvenses empleadas.

Figura 5

Esquema representativo del diseño Convencional



La figura 5 representa el diseño convencional con la distribución de los cultivos en el experimento, este modelo carece de las arvenses empleadas.

3.3.7 Análisis estadístico. En el análisis estadístico se empleó el análisis de varianza 5% y la prueba de Friedman's test, herramientas del software INFOSTAT versión 2018. Dentro del análisis los datos que cumplieron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza se realizó análisis de varianza y para los datos no paramétricos se realizó análisis de Friedman's test.

3.3.7.1 Analisis de varianza LSD de Fisher al 5%. De acuerdo con los resultados obtenidos se determinó que tanto para la variable incidencia como severidad se empleó el Análisis estadístico LSD de Fisher al 5%. A continuación, en la tabla 16 se detalla las plagas y enfermedades analizadas bajo este método estadístico en los tres cultivos empleados.

Tabla 16

Plagas y enfermedades analizadas mediante análisis de varianza LSD de Fisher

Cultivo	Plaga	Enfermedad
Frejol	<i>Bemisia tabaco</i> G.	<i>Uromyces appendiculatus</i> L.
	<i>Empoasca fabae</i> H.	<i>Colletotrichum lindemuthianum</i> S.
	<i>Spodoptera</i> sp.	<i>Isariopsis griseola</i> S. <i>Rhizoctonia solani</i> J.
Quinoa		<i>Peronospora variabilis</i> G. <i>Fusarium</i> sp.
	Trigo	<i>Mysus persicae</i> S.

El análisis de varianza LSD de Fisher al 5% también fue usado para determinar la variable rendimiento en los tres cultivos establecidos.

3.3.7.2 Prueba de Friedman's test. Al igual que el análisis de varianza LSD de Fisher al 5% también se requirió emplear la prueba estadística de Friedman's test en el caso de incidencia y severidad de algunas plagas y enfermedades en los tres cultivos como se observa en la tabla 17.

Tabla 17

Plagas y enfermedades analizadas mediante el método estadístico Friedman's test

Cultivo	Plagas	Enfermedades
Fréjol	NA	<i>xanthomonas phaseoli</i> G.
Quinoa	<i>spodoptera</i> sp.	<i>Passarola dubia</i> R. <i>Pseudomonas</i> sp.
Trigo	NA	<i>Ustilago tritici</i> P.

3.4 Variables para evaluar

Las variables para evaluar fueron porcentaje de incidencia y severidad de plagas y enfermedades. Además, también se determinó el rendimiento de cada cultivo en kg/ha.

3.4.1 Incidencia

Para calcular la incidencia de plagas y enfermedades se hizo uso de la siguiente fórmula.

$$\% \text{ Ins} = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ de plantas con presencia de plagas}}{\text{total de plantas muestreadas}} \times 100$$

3.4.1.1 Incidencia de plagas en fréjol. Para determinar el porcentaje de incidencia de mosca blanca (*Bemisia tabaci* G.), lorito verde (*Empoaska fabae* H.) y *Spodoptera* sp. se contó el número de plantas afectadas de 10 plantas muestreadas al azar. En el caso de larva de picudo en vaina (*Acanthoscelides obtectus* L.) se determinó si dentro de las 10 plantas muestreadas existió al menos una vaina afectada por dicha plaga.

3.4.1.2 Incidencia de enfermedades en fréjol. Para determinar el porcentaje de incidencia de tizón bacteriano (*Xanthomonas phaseoli* G.), roya (*Uromyces appendiculatus* L.) y mancha angular (*Isariopsis griseola* S.) se contabilizo el número de plantas afectadas por la enfermedad, en antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum* S.) se observo el daño en vainas y en el caso de *Rhizoctonia solani* J. se determinó el daño en el cuello de la raíz.

3.4.1.3 Incidencia de plagas en quinua. En el cultivo de quinua se presentaron daños por *Spodoptera* sp. por tanto para determinar el porcentaje de incidencia de esta plaga se determinó si hubo daño de al menos una larva en cada planta muestreada.

3.4.1.4 Incidencia de enfermedades en quinua. En la etapa vegetativa de la quinua se presentaron enfermedades como mildiu de la quinua (*Peronospora variabilis* G.), ojo de gallo (*Passarola dubia* R.) y bacteriosis (*Pseudomonas* sp.) que atacan al follaje, por tanto, para determinar el porcentaje de severidad se contabilizo el número de plantas afectadas por las enfermedades antes mencionadas. Además de estas enfermedades se presentó daños en el cuello de la raíz por chupadera fungosa (*Fusarium* sp.) y para determinar su nivel de daño contabilizo las plantas afectadas por la enfermedad.

3.4.1.5 Incidencia de plagas en trigo. Durante el estudio solo se determinaron daños por pulgón (*Myzus persicae* S.) tanto en hojas como espigas y al igual que en los anteriores cultivos se contabilizo las plantas afectadas por la plaga para determinar el porcentaje de severidad.

3.4.1.6 Incidencia de enfermedades en trigo. Las principales enfermedades que afectaron al cultivo de trigo fueron roya de la hoja (*Puccinia triticina* E.) y roya del tallo (*Puccinia graminis* P.) y la espiga fue afectada por carbón volador (*Ustilago tritici* P.) con el fin de determinar el porcentaje de severidad se contó la cantidad de plantas afectadas por las enfermedades antes mencionadas.

3.4.2 Severidad

La severidad de plagas y enfermedades se determinó con la siguiente fórmula.

$$\%Sev = \frac{N^{\circ} \text{ de hojas afectadas}}{\text{total de hojas muestreadas}}$$

Cabe recalcar que las 10 plantas usadas para evaluar incidencia y severidad de plagas también fueron usadas para evaluar severidad.

3.4.2.1 Severidad de plagas en cultivo de fréjol. Para monitorear mosca blanca (*Bemisia tabaci* G.) y lorito verde (*Empoasca fabae* H.) se realizó el muestreo a dos tallos al azar con cinco folíolos cada uno para determinar la cantidad de huevos, ninfas y adultos de las plagas antes mencionadas en cada hoja y posterior a eso registrar los datos para determinar el porcentaje de severidad.

3.4.2.2 Severidad de plagas en cultivo de fréjol. Para monitorear mosca blanca (*Bemisia tabaci* G.) y lorito verde (*Empoaska fabae* H.) se realizó el muestreo a dos tallos al azar con cinco foliolos cada uno para determinar la cantidad de huevos, ninfas y adultos de las plagas antes mencionadas en cada hoja y posterior a eso registrar los datos para determinar el porcentaje de severidad.

3.4.2.3 Severidad de plagas en cultivo de fréjol. Para monitorear mosca blanca (*Bemisia tabaci* G.) y lorito verde (*Empoaska fabae* H.) se realizó el muestreo a dos tallos al azar con cinco foliolos cada uno para determinar la cantidad de huevos, ninfas y adultos de las plagas antes mencionadas en cada hoja y posterior a eso registrar los datos para determinar el porcentaje de severidad.

3.4.2.4 Severidad de plagas en cultivo de fréjol. Para monitorear mosca blanca (*Bemisia tabaci* G.) y lorito verde (*Empoaska fabae* H.) se realizó el muestreo a dos tallos al azar con cinco foliolos cada uno para determinar la cantidad de huevos, ninfas y adultos de las plagas antes mencionadas en cada hoja y posterior a eso registrar los datos para determinar el porcentaje de severidad. En el caso de *Spodoptera* sp. se seleccionaron cinco diferentes foliolos para observar la presencia de larvas y proceder al registro de estos. Una vez el cultivo alcanzo la etapa R8 (llenado de vaina) se observó presencia de larva de picudo en vaina (*Acanthoscelides obtectus* L.) por tanto, se procedió al monitoreo de dicha plaga seleccionando cinco vainas de cada planta muestreada y se contabilizo la cantidad de larvas presentes.

3.4.2.5 Severidad de enfermedades en cultivo de fréjol. Al igual que las plagas para enfermedades como Tizón común o bacteriosis (*Xanthomonas phaseoli* G.) y Mancha angular (*Isariopsis griseola* S.) se tomó 5 foliolos de las 10 plantas con el fin de determinar el número de foliolos afectados por la enfermedad desde el día 46 posterior a la siembra hasta que el cultivo alcanzo su senescencia. También se observó daño por pudrición radical (*Rhizoctonia solani* J.) por tal motivo se monitoreo el cuello de cada tallo de las plantas muestreadas para determinar cuántos tallos fueron afectados por la enfermedad.

3.4.2.6 Severidad de plagas en cultivo de quinua. La única plaga presente en el cultivo de quinua fue *Spodoptera* sp. misma que fue monitoreada seleccionando un tallo al azar de las 10 plantas, para observar la presencia o ausencia de larvas en las cinco hojas seleccionadas y posterior a eso se contabilizo el número de individuos a fin de determinar el porcentaje de incidencia de la plaga.

3.4.2.7 Severidad de enfermedades en quinua. Las enfermedades que afectaron el folaje de la quinua fueron mildiu de la quinua (*Peronospora variabilis* G.), ojo de gallo (*Passarola dubia* R.) y bacteriosis (*Pseudomonas* sp.) y para establecer el nivel de incidencia de dichas enfermedades se seleccionaro cinco foliolos para determinar cuántos foliolos fueron afectados por dichas enfermedades. En el caso de chupadera fungosa (*Fusarium* sp.) se observó el daño en el cuello de tres tallos de cada planta con el fin de determinar cuántos han sido afectados por la enfermedad.

3.4.2.8 Severidad de plagas en trigo. La única plaga que afectó a las hojas y espigas fue el pulgón (*Myzus persicae* S.) y para obtener su incidencia se tomó un tallo de 10 plantas para posteriormente determinar cuántas hojas y espigas fueron afectadas.

3.4.2.9 Severidad de enfermedades en trigo. El trigo fue afectado por roya de la hoja (*Puccinia triticina* E.), roya del tallo (*Puccinia graminis* P.) por tanto, de las 10 plantas seleccionadas se tomó cinco en los que se y una vez las espigas maduraron también se observó el daño por carbón volador (*Ustilago tritici* P.) así que también se monitoreó el número de espigas afectadas.

3.4.3 Rendimiento del cultivo

Para determinar el rendimiento del cultivo se tomó en cuenta características específicas de cada uno de los cultivos.





- ❖ En el caso del fréjol se evaluó el color de la hoja, de la vaina y del grano para su cosecha. Se realizó el pesado total de las semillas en kg/unidad experimental, se etiquetó y almacenó.
- ❖ Para el caso de la quinua el color de la hoja, de la panoja, del grano y su consistencia fueron los factores para determinar la madurez del cultivo. Se realizó el pesado total de las semillas en kg/unidad experimental, se etiquetó y almacenó.
- ❖ Para el trigo se tomó en cuenta el color de las hojas, de la espiga, del grano y su consistencia para la cosecha. Se pesó el total de las semillas en kg/unidad experimental, se etiquetó y almacenó.

3.5 Manejo del experimento



Para establecer el diseño experimental se realizó previamente un arado y rastrado con la finalidad de mullir la tierra y posteriormente se realizó la delimitación de las parcelas y el área a establecerse para el margen multifuncional. En el margen multifuncional se distribuyeron doce plantas arvenses nativas de la Granja Experimental “La Pradera” previamente identificadas que se mencionan en la tabla 18.

Tabla 18

Plantas arvenses implementadas

Nombre común	Nombre científico	Clasificación	Fotografía
Iso	<i>Dalea coerulea</i> L.	Pequeño arbusto	
Paico	<i>Dyspania ambrosioides</i> L.	Hierba	
Granillo	<i>Parthenium hysterophorus</i> L.	Hierba grande	
Mosquera	<i>Dittrichia viscosa</i> L.	Arbusto	

Nombre común	Nombre científico	Clasificación	Fotografía
Hierba mora	<i>Solanum nigrum</i> L.	Hierba grande	
Amor ciego	<i>Bidens andicola</i> L.	Hierba	
Amor seco	<i>Bidens pilosa</i> L.	Hierba	
Matico	<i>Piper aduncum</i> L.	Hierba	
Malva	<i>Fuertesimalva limensis</i> F.	Hierba	
Chilca	<i>Bacharis latifolia</i> R & P.	Arbusto mediano	

Nombre común	Nombre científico	Clasificación	Fotografía
Moradilla	<i>Aerva sanguinolena</i> F.	Hierba	
Chocho	<i>Lupinus pubescens</i> B.	Hierba mediana	

Se realizó la recolección de la materia vegetal de las doce especies arvenses para su posterior siembra, como se observa en la figura 6. Cada una de ellas ocupó un espacio total de 2 m distribuidas a lo largo del diseño experimental y 1.2 m a lo ancho. Se tomó en cuenta que la planta de *Piper aduncum* L. (matico) y *Bacharis latifolia* P. (chilca) son grandes arbustos y su densidad de 1m por tanto se sembró solamente un ejemplar de cada uno a lo ancho del corredor y a lo largo 3 plantas.

En el caso de la *Dalea coerulea* L. (iso) y demás arbustos se sembró dos plantas a lo ancho y seis a lo largo del margen, ya que las densidades de siembra son de 0.50 m. Cabe recalcar que todas las plantas arvenses fueron trasplantadas al margen multifuncional a diferencia del amor seco que fue sembrado al voleo empleando sus semillas. Esta distribución se la realizó en los 14.5 m de los márgenes inferior y superior y para los márgenes de los costados se distribuyeron a lo largo de los 24 m del margen multifuncional.

Figura 6*Recolección de plantas arvenses***3.5.1 Aplicación de enmiendas al suelo**

Para la aplicación de enmiendas se tomó la muestra de suelo del predio, para posteriormente enviarlo a las instalaciones de AgrarPROJEKT donde se realizó el respectivo análisis para determinar el porcentaje de nutrientes presentes y posterior a eso se realizar las enmiendas.

Alvarado et al. (2009) mencionan en su guía de recomendaciones de fertilización para los principales cultivos del callejón interandino que para una correcta fertilización y aplicación de enmiendas es aconsejable conocer el requerimiento del cultivo y las carencias o fortalezas del suelo donde se va a realizar el estudio.

Por tanto, se tomó en cuenta las recomendaciones técnicas presentes en dicho manual para aplicar las enmiendas a los cultivos. En la tabla 19 se evidencian los rangos óptimos recomendados por el INIAP, los mismos que fueron tomados en cuenta para la aplicación de enmiendas y fertilización en los dos factores de estudio.

Tabla 19

Niveles óptimos de macronutrientes

Cultivo	N óptimo	P óptimo	K óptimo
	(kg/ha)	(kg/ha)	(kg/ha)
Fréjol	10 – 20	40 – 60	20– 40
Trigo	60 – 80	40 – 60	30 – 40
Quinoa	60 – 80	40 – 60	40 – 60

Fuente: Alvarado et al. (2009)

3.5.2 Manejo agroecológico

El manejo agronómico y las labores culturales del diseño productivo agroecológico se basó en una fertilización totalmente orgánica, se empleó Fertiplus para la fertilización de los tres cultivos. La aplicación del fertilizante orgánico se realizó un mes previa la siembra de los cultivos, con la finalidad de garantizar la descomposición y absorción de los nutrientes en el suelo para asegurar una posterior absorción por parte de los cultivos, en la tabla 20 se observa el valor nutricional del Fertilizante orgánico usado para fertilización en el manejo agroecológico.

Tabla 20*Valores nutricionales de fertilizante orgánico*

Componente	Porcentaje total de nutrientes
Nitrógeno total	3 – 5 %
Fósforo	2 – 3 %
Potasio	1.5 – 2 %
Calcio	7 – 9 %
Magnesio	1 %
Sodio	0.24 %
Materia orgánica	75 – 80 %
pH	7.39

A continuación, en la tabla 21 se evidencia la cantidad de Fertilizante orgánico en kg/ha aportado en la investigación para los tres cultivos implementados.

Tabla 21*Aporte total de fertilización orgánica en los tres cultivos*

Nutriente	Frejol	Quinoa	Trigo
Cantidad nutriente aplicado en kg/ha			
Nitrógeno (N)	1.83	3.91	3,91
Fósforo (P ₂ O ₅)	1.14	2.44	2,44
Potasio (K ₂ O)	0.78	1.66	1,66

Fuente: Alvarado et al. (2009)

Siembra. Para la siembra de cada uno de los cultivos se tomó en cuenta las distancias entre surcos y las densidades de siembra que requiere cada cultivo. Previo a la siembra inicio la temporada húmeda que garantizó una mejor germinación de las semillas (Figura 8).

Figura 7*Siembra de cultivos*

Nota. Siembra de *Phaseolus vulgaris* L., *Triticum vulgare* L., y *Chenopodium quinoa* W., (frejol, trigo, quinua).

Labores culturales. Las labores culturales que se efectuaron en cada cultivo fueron el deshierbe y aporque dependiendo del requerimiento del cultivo. Por otro lado, no existió la necesidad de aplicar insecticidas en ningún cultivo debido a que no sobrepasaban el umbral de daño económico.

Los riegos en cada cultivo se aplicaron periódicamente por gravedad, previo a esta actividad se revisó la capacidad de campo del suelo tomando una porción de este y apretándolo para visualizar si sus partículas se unen o separan. con la finalidad de evitar estrés hídrico en los cultivos. Las evidencias se muestran en la figura 9.

Figura 8*Labores culturales en el manejo agroecológico*

Nota. A) Aplicación de riego por gravedad en los tres cultivos establecidos. B) Aporque de tierra en los tres cultivos de importancia económica en la sierra ecuatoriana.

Monitoreo de plagas y enfermedades. En la figura 10 se observa el monitoreo que fue realizado cada quince días con la finalidad de optimizar el tiempo y monitorear uniformemente los cultivos. Las plagas y enfermedades fueron monitoreadas de acuerdo con la etapa fenológica en la que atacaron a las plantas y para su identificación se tomó en cuenta los síntomas que cada plaga y enfermedad presenta en el cultivo.

Figura 9

Monitoreo de plagas y enfermedades en el cultivo de fréjol, trigo y quinua



Cosecha. En la figura 11 se evidencia la cosecha del producto final se realizó cuando cada cultivo cumplió su madurez fisiológica. En el caso del fréjol la vaina fue desgranada, pesada, etiquetada y posteriormente almacenada. El trigo y la quinua son cultivos que requieren ser previamente secados y trillados para poder pesarse y almacenar, por tanto, esta labor fue requerida en los dos cultivos.

Figura 10

Cosecha de los tres cultivos de importancia en la sierra ecuatoriana.



Nota. A) cosecha de *Phaseolus vulgaris* L., (fréjol), la figura B) cosecha de *Triticum vulgare* L., (trigo) y la figura C) cosecha de *Chenopodium quinoa* W., (quinua).

3.5.3 Manejo convencional

En el diseño productivo convencional se emplearon labores culturales similares al manejo agroecológico donde se incluyó aporques, deshierbas, riegos y fertilización con productos químicos, esto dependió del requerimiento del cultivo.

Siembra. Para la siembra convencional de los cultivos se procedió a desinfectar las semillas con carboxin y captan en dosis recomendadas de 125 ml/100 kg semilla. La siembra se la realizó tomando como referencia las densidades de siembra de cada cultivo y las distancias entre surcos que han sido citados con anterioridad.

Labores culturales. Las labores culturales que se emplearon en este manejo agronómico fueron aporques y deshieras como en el control agroecológico pero este tipo de labores se ejecutaron de forma mecánica. La fertilización fue química y se basó en el requerimiento de nitrógeno de cada cultivo de acuerdo con la literatura citada. En la tabla 24 se observan los valores nutricionales del fertilizante químico, mismo que fue empleado para fertilizar en el manejo convencional.

Tabla 22

Valores nutricionales del fertilizante químico

Componente	Porcentaje total de nutrientes
Nitrógeno	15 %
P ₂ O ₅ (fosfato soluble)	3 %
K ₂ O (óxido de potasio)	20 %
MgO (Óxido de magnesio)	2 %
S (Azufre total)	9 %
B (Boro total)	0.02 %
Fe (hierro total)	0.06%
Zn (Zinc total)	0.01 %

A continuación, en las tablas 25 se detalla el aporte total de nutrientes para los tres cultivos establecidos.

Tabla 23

Aporte total de nutrientes en los tres cultivos

Nutriente	Frejol	Quinoa	Trigo
	Cantidad nutriente aplicado en kg/ha		
Nitrógeno (N)	63,70	70,20	70,20
Fósforo (P ₂ O ₅)	12,74	14,04	14,04
Potasio (K ₂ O)	84,93	93,60	93,60

Fuente: Alvarado et al. (2009)

Monitoreo de plagas y enfermedades. El monitoreo se lo realizó cada quince días para optimizar el tiempo y monitorear uniformemente los cultivos. Las plagas y enfermedades fueron monitoreadas de acuerdo con la etapa fenológica en la que atacan a las plantas y se tomó en cuenta los síntomas presentes en el cultivo.

Cosecha. La cosecha del producto final se ejecutó cuando cada cultivo cumplió su madurez fisiológica, posterior a eso se procedió a desgranar la vaina para obtener la semilla del frejol, para el trigo y quinua se realizó el trillado para quitar impurezas de las semillas. El almacenamiento y etiquetado de las semillas se lo realizó posterior al respectivo pesaje de cada uno de los cultivos.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Plagas en el cultivo de frejol

4.1.1 Incidencia de *Bemisia tabaci* G. (mosca blanca)

Los resultados del análisis de varianza indica que en el cultivo de fréjol existió un 100% de incidencia de *Bemisia tabaci* G. (mosca blanca) en los dos sistemas de manejo agronómico, es decir que se presentó por lo menos un individuo en todas las plantas muestreadas.

4.1.2 Severidad de *Bemisia tabaci* G. (mosca blanca)

La tabla 28 muestra el análisis de varianza de severidad en mosca blanca del cultivo de fréjol donde no existió interacción entre los factores días después de la siembra y sistema de cultivo ($f= 2.08$; $gl= 3,14$; $p= 0.1485$).

Para el factor sistema de cultivo si consta una diferencia significativa ($f= 13.80$; $gl=1,14$; $p= 0.0023$). Por el contrario, para el factor días después de la siembra no hubo diferencia significativa ($f= 3.03$; $gl=3,14$; $p= 0.0650$).

Tabla 24

Análisis de varianza para la variable severidad de Bemisia tabaci G.

Fuentes de variación	Grados de libertad de la fuente de variación	Grados de libertad del Error experimental	Valor F	Valor P
Dds	3	14	3.03	<0.0650
Sistema	1	14	13.80	0.0023
D.d.s: sistema	3	14	2.08	0.1485

Los resultados de la tabla 29 demuestran que del día 46 al 76 de monitoreo, la severidad no fue significativa, incrementando un 4% y del día 76 al 91 decayó un 3%.

Tabla 25

Severidad de Bemisia tabaci G. con respecto a los días después de la siembra

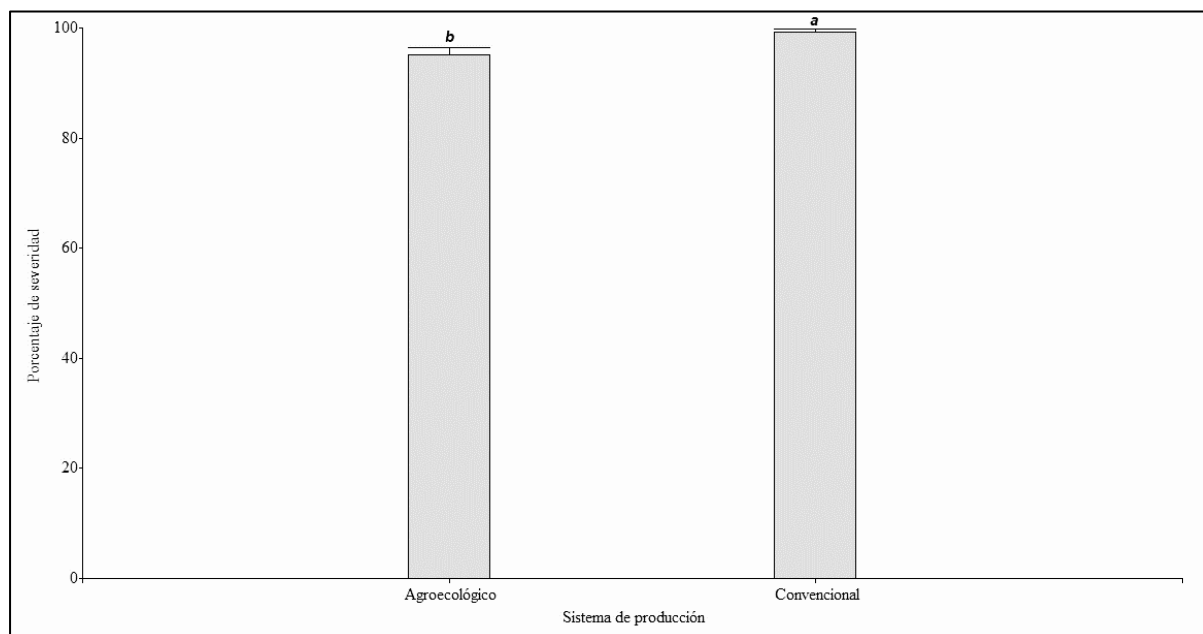
Días después de la siembra	Media (%)	±Error de significancia	Rango
46	95.00	±2.11	A
61	98.33	±1.31	AB
76	99.33	±0.42	AB
91	96.33	±2.03	B

Vélez (1993) señala que la etapa más susceptible de la planta al ataque de *B. tabaci* G., se da entre los primeros días de siembra (V1) hasta finalizar el periodo de floración (R7). De la misma manera en los resultados estadísticos del proyecto de investigación se observó que en los días 46 etapa (V4) a 76 etapa (R8) de monitoreo, la severidad se incrementó hasta alcanzar aproximadamente el 100%, sin embargo, para el día 91 etapa (R9) donde el cultivo de fréjol alcanzó su senescencia esta disminuyó un 3%.

Teniendo en cuenta los factores antes mencionados la baja severidad en el día 46 de monitoreo correspondiente a la etapa (V4) probablemente este dada por que la planta no cuenta con el suficiente follaje para una reproducción idónea del insecto, por el contrario, cuando la planta alcanza su madurez fisiológica en el día 76, etapa (R8) la severidad alcanzó su valor máximo en los dos sistemas productivos. Con respecto a la severidad de mosca blanca en los dos sistemas de manejo agronómico se manifestó una diferencia significativa del 4.16%, obteniendo el mayor porcentaje el manejo convencional como se muestra en la figura 13.

Figura 11

Severidad de Bemisia tabaci G. en el cultivo de fréjol con respecto al sistema de manejo agronómico



De acuerdo con Sánchez et al. (1997), la incidencia de *Bemisia tabaci* G. está influenciada por diversos factores entre los que se mencionan el tipo de planta, la posición y superficie de la hoja, los manejos agronómicos empleados y el tipo de fertilización del cultivo. De acuerdo con esta disertación se puede deducir que los altos niveles de incidencia alcanzados se dieron por un manejo agronómico inadecuado, el tipo de semilla empleado en los dos sistemas o por el tipo de fertilización adoptada.

Un estudio similar realizado por Hilje y Stansly (2017) donde se emplearon cultivos trampa con tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) y berenjena (*Solanum melongena* L.) determinó que el tabaco contribuye a disminuir la severidad de daños por mosca blanca en un 3% con respecto al testigo, así mismo en el presente estudio la severidad del manejo agroecológico fue 4.16%

menos que el manejo convencional. Es decir que no es necesario implementar plantas nativas, sino que también se puede optar por cultivos repelentes de insectos.

De acuerdo con Cardona et al. (2005) la conservación de hábitats que favorezcan la estancia y reproducción de insectos depredadores como el caso de *Harmonia axyridis* P. (mariquitas), contribuyen al control poblacional de mosca blanca. En el presente trabajo el margen multifuncional empleado fue propicio para albergar enemigos naturales de los géneros como himenóptera y familia coccinellidae, pues contó con plantas de la familia asteraceae como el matico (*Piper aduncum* L.) como lo indica Chiandussi y Panonto (2018) puede ser una fuente de refugio y alimentación para estos insectos.

Además, se observaron arañas, que probablemente contribuyeron al control de *B. tabaci* G. porque según García y Angulo (2008) su dieta se basa principalmente en larvas y adultos de insectos y se adaptan especialmente en ambientes con vegetación compuesta por arbustos medianos como la chilca (*Bacharis latifolia* R & P.), dando como resultado que la severidad en el sistema de manejo agroecológico sea menor al convencional. Según Anderson (1994) el cultivo de fréjol fue incapaz de albergar gran cantidad de huevos y ninfas de mosca blanca en el envés de sus hojas, del mismo modo en épocas lluviosas ninguna ninfa pudo desarrollarse completamente. Por el contrario, en la investigación realizada la cantidad de ninfas en los dos sistemas de manejo agronómico fue mayor que el número de adultos.

De acuerdo con Aguilar et al. (2013), al emplear tratamiento químico con thiametoxam + Lambda cyhalotrina el promedio de insectos por planta fue de (0.90 moscas/planta) y en el tratamiento agroecológico con cobertura de arvenses (1.40 y 2.40 moscas/planta) demostrando

la eficacia del tratamiento químico para controlar insectos chupadores. Sin embargo, en el presente estudio el sistema agroecológico obtuvo 4.16% menos presencia de mosca blanca en comparación con el manejo convencional que obtuvo un total de 99.33%, atribuyéndole mayor efectividad al manejo agroecológico.

4.1.3 Incidencia de *Empoasca fabae* H. (lorito verde)

En el análisis del programa estadístico InfosStat se manifestó 100% de incidencia de *Empoasca fabae* H. (lorito verde) en el cultivo de fréjol, es decir que en todas las plantas muestreadas existió presencia de la plaga mencionada.

4.1.4 Severidad de *Empoasca fabae* H. (lorito verde)

En la tabla 30 del análisis de varianza para la variable severidad de lorito verde en el cultivo de fréjol se determinó que existió una interacción entre los días después de la siembra y el sistema de manejo agronómico. ($f= 5.49$; $gl= 3,14$; $p= 0.0105$).

Tabla 26

*Análisis de varianza de la variable severidad de *Empoasca fabae* H. (lorito verde)*

Fuentes de variación	Grados de libertad de las fuentes de variación	Grados de libertad del error experimental	Valor F	Valor P
Dds	3	14	22.42	<0.0001
Sistema	1	14	0.26	<0.0001
Dds:sistema	3	14	5.49	0.0105

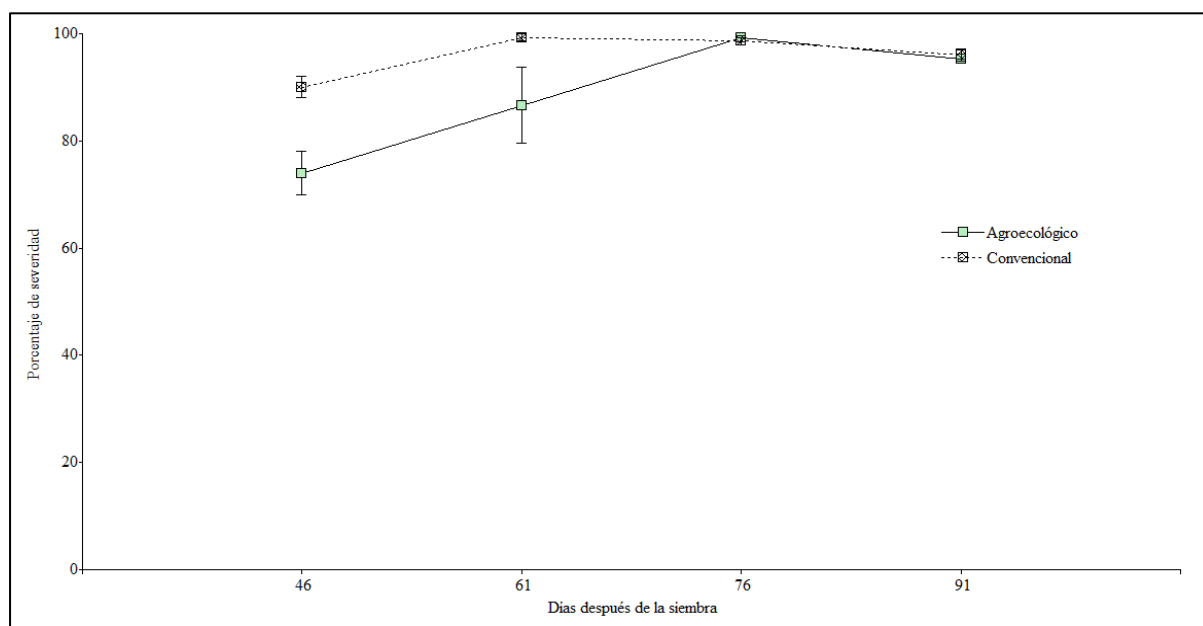
En la figura 14 se evidencia la interacción entre los factores días después de la siembra y el sistema de manejo agronómico con respecto a la severidad de lorito verde en el cultivo de

fréjol. Para el día 46 fue 16% mayor en el sistema de manejo convencional y en el día 61 sobrepasó al manejo agroecológico un 12.66%.

La disminución de la severidad de la plaga en los dos sistemas de manejo agronómico se visualizó en el día 91 de monitoreo reduciendo un 2.67% en el sistema convencional y 4% en el sistema agroecológico. Atribuyéndole menor severidad al manejo agroecológico.

Figura 12

Severidad de Empoasca fabae H. (lorito verde) en cultivo de fréjol con respecto a los días de siembra y el sistema de manejo agronómico



Pupo et al. (2016) y Murguido et al. (2002) afirman que *Empoasca fabae* H., (lorito verde) es la plaga más abundante en el cultivo de fréjol y se presenta desde los primeros días después de la siembra, ocasionando sus mayores daños en la etapa de floración y cuajado de vaina, así mismo en la investigación realizada la mayor cantidad de daño fue en el día 76 correspondiente a la etapa (R8) donde la planta alcanza su madurez fisiológica, probablemente

esto se deba a que el lorito verde prefiere emigrar al cultivo cuando este posee mayor follaje que le sirva como hogar, alimento e incluso para reproducirse.

El estudio realizado por Pérez (2008) determinó que la incidencia de lorito verde fue bajo en las primeras etapas (V1, V2) de desarrollo del fréjol con 1.2% y 11.3% respectivamente. Sin embargo, de la etapa V2 a V3 la incidencia aumentó un 17.4%, indicando así que la incidencia de lorito verde inicia desde temprana edad en el cultivo de fréjol y se incrementan conforme la planta crece, dando como resultado un 100% de incidencia de la plaga en todas sus etapas fenológicas como en la presente investigación.

De acuerdo con Hallman y García (1985) para reducir la severidad de daños por lorito verde se recomienda emplear riego por aspersión, además la presencia de arañas en vegetación aledaña contribuye a su control pues se alimentan de adultos y ninfas de dicha plaga. Así mismo durante la ejecución del proyecto de investigación se determinó que en el sistema de manejo agroecológico existió menor daño por lorito verde, lo que indica que la presencia del margen multifuncional redujo la severidad de la plaga, porque albergó gran cantidad de insectos benéficos como arañas y mariquitas.

En el estudio realizado por Pupo et al. (2016) se determinó que la severidad de lorito verde fue menor en los primeros días después de la siembra (21.34%) pero cuando las plantas alcanzaron su fase reproductiva los niveles de daño fueron del (53.71%). Así mismo en el presente estudio se observó que durante las primeras etapas de desarrollo de la planta la severidad de la plaga fue menor. Es así como en el día 46 de monitoreo se evidenció un 25.33% menos severidad con relación al día 76 donde la planta alcanzó su estado reproductivo, estos

valores corresponden al sistema de manejo agroecológico. Para el sistema de manejo convencional la severidad en el día 46 fue del 8.67% menos que en el día 76.

4.1.5 Incidencia de larva de *Spodoptera* sp. (gusano cogollero)

La incidencia de cogollero fue del 100% en los dos sistemas, lo que indica que hubo presencia de larvas en todas las plantas muestreadas. Un estudio similar en cultivo de maíz donde se emplearon barreras vivas con *Pennisetum* spp. (tatumbra) como control biológico de cogollero, determinó que el número de plantas infestadas fue de 6 y para el testigo fue 8, indicando así que la barrera viva ejerció un efecto positivo en el control de gusano en maíz, estos datos concuerdan con los obtenidos en la investigación, por tanto, se presume que el margen multifuncional influye positivamente en el control de la plaga (Gutiérrez 1995).

4.1.6 Severidad de larva de *Spodoptera* sp. (gusano cogollero)

En la tabla 31 correspondiente al análisis de varianza de la variable severidad de gusano cogollero indica la existencia de una interacción entre los días después de la siembra y el sistema de manejo agronómico ($f= 7.20$; $gl= 3,14$; $p= 0.0037$).

Tabla 27

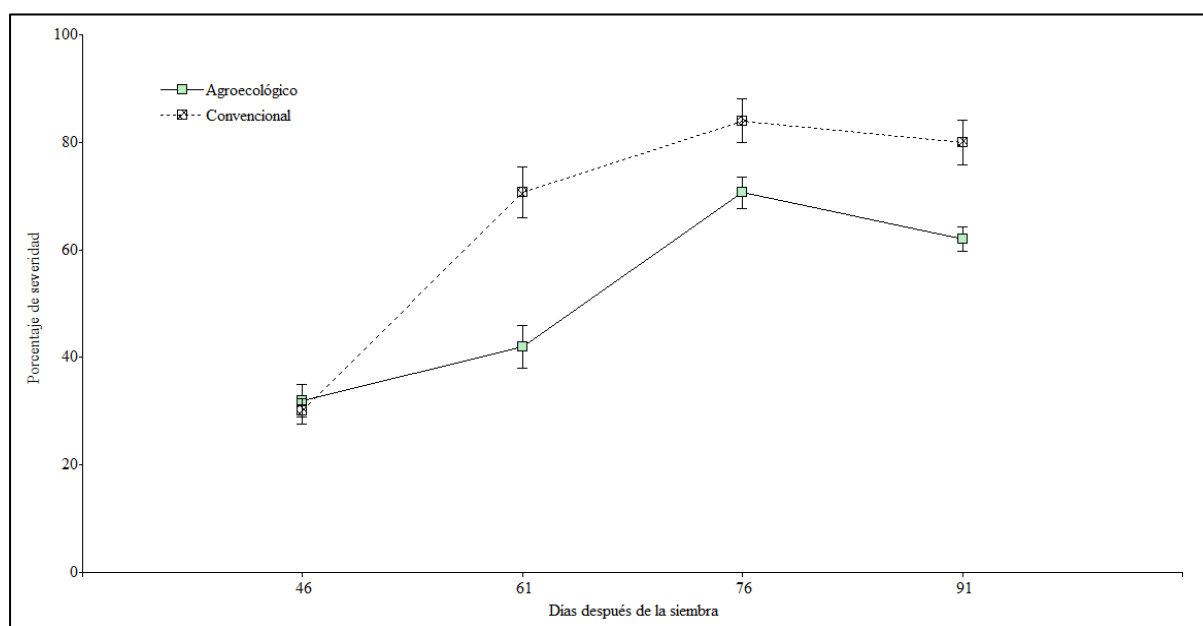
*Análisis de varianza para la variable severidad de *Spodoptera* sp. en fréjol*

Fuente de variación	Grados de libertad de la fuente de variación	Grados de libertad del error experimental	Valor F	Valor P
Dds	3	14	75.25	<0.0001
Sistema	1	14	37.34	<0.0001
Dds:sistema	3	14	7.20	0.0037

La figura 15 refleja que en el día 46 de monitoreo la severidad de gusano cogollero fue 2% menor en el sistema de manejo convencional con respecto al sistema de manejo agroecológico. Sin embargo, en los días 61 y 76 el sistema de manejo convencional sobrepasó en severidad al agroecológico, alcanzando su valor máximo en el día 76 con un total de 84%. Es decir 13.33% más que el sistema de manejo agroecológico. En el día 91 de monitoreo la severidad de gusano cogollero disminuyó 8.67% en el sistema de manejo agroecológico y 4% en el sistema de manejo convencional.

Figura 13

Severidad de Spodoptera sp. en el cultivo de fréjol con respecto a los días después de la siembra y el sistema de manejo agronómico



Las flores silvestres como *Vicia villosa* R. (haba vellosa) de la familia Leguminosae., *Brassica kaber* L. (mostaza silvestre) de la familia Brassicaceae., y zanahoria (*Daucus carota* L.) de la familia Umbelliferae que poseen flores llamativas proveen de néctar y polen a

enemigos naturales a *Diadegma insulare* C. que es un insecto parasitoide de *Plutella xylostella* L. (palomilla dorso de diamante) (Nicholls 2008b). Es decir que el uso de plantas con flores llamativas como el caso de *Lupinus pubescens* B. y *Dalea coerulea* L. de la familia Fabaceae (chocho silvestre) y *Bidens pilosa* L. (amor ciego) de la familia Asteraceae probablemente contribuye a crear un sistema favorable para enemigos naturales de los cultivos.

En un estudio realizado por Cortez y Trujillo (1994) en cultivo de maíz para el control de gusano cogollero, donde se emplearon tres manejos agrícolas (tradicional, intercalado, tecnificado) el sistema tecnificado obtuvo 98.5% de daño a diferencia del tradicional que contó con 32.15% menos que el tecnificado y el sistema intercalado obtuvo el valor más bajo con 12.49%. haciendo referencia a estos datos quizás el tipo de manejo agroecológico empleado fue incompleto sin embargo si contribuyó a disminuir la población de gusano cogollero y sus daños. La etapa en la que se establezca la fertilización y las dosis de aplicación son factores que influyen en la severidad del gusano cogollero como lo ratifica en su investigación Chango (2012) quien aplicó Larvin en dosis de 5, 10 y 15 cc/0,45 kg a los 30, 60, 90 y 120 días obteniendo como resultado que la mayor concentración del insecticida presentó un porcentaje de 10.68% aproximadamente 2% menos que los otros tratamientos.

Por otro lado, la edad temprana del cultivo obtuvo un porcentaje del 4.67% a diferencia de los otros tratamientos que arrojaron promedios de 15.77% y 24.28% fueron los tratamientos que menor valor de severidad obtuvieron. Así mismo en la presente investigación la severidad de casi 90% al día 76 de monitoreo en los dos sistemas probablemente pudo deberse a la edad de la planta porque es la edad ideal para el desarrollo y reproducción de la plaga. El gusano cogollero es una plaga que se adapta mejor a temperaturas entre los 19.9 °C y 34.9 °C, con un

promedio de 6.7 huevos, 39.4 larvas, 18.9 pupas y 15.7 adultos, estos fueron los resultados obtenidos por (Villareal, 2018). Es decir que la temperatura juega un importante papel en el desarrollo de la plaga, misma que oscilaba entre 18 °C y 30 °C en la zona de investigación y tal vez contribuyó a los altos índices de incidencia de esta.

4.1.7 *Incidencia de Acanthoscelides obtectus L. (picudo de fréjol, larva en vaina)*

En la tabla 32 del análisis de varianza para la variable incidencia de picudo del fréjol, se prueba la inexistencia de interacción entre los factores días después de la siembra y sistema de manejo agrológico ($f= 0.90$; $gl= 3,14$; 0.4652). Por el contrario, para el factor sistema se manifiesta una diferencia significativa ($f= 2.69$; $gl= 1,14$; $p= 0.0232$). En lo que respecta al factor días después de la siembra no existe una diferencia significativa ($f= 0.90$; $gl=3,14$; $p=0.4652$).

Tabla 28

Análisis de varianza para la variable incidencia de Acanthoscelides obtectus L.

Fuente de variación	Grados de libertad de las fuentes de variación	Grados de libertad del error experimental	Valor F	Valor P
Dds	3	14	0.90	0.4652
Sistema	1	14	2.69	0.0232
Dds:sistema	3	14	0.90	0.4652

La incidencia de picudo del fréjol, larva en vaina fue casi del 100% con valores similares en los días 46 y 61 del monitoreo, con un total del 81.67% y 83.33%, respectivamente. Para los días 76 y 91 de monitoreo la incidencia fue del 100%. Los valores se reflejan con mayor detalle en la Tabla 33.

Tabla 29

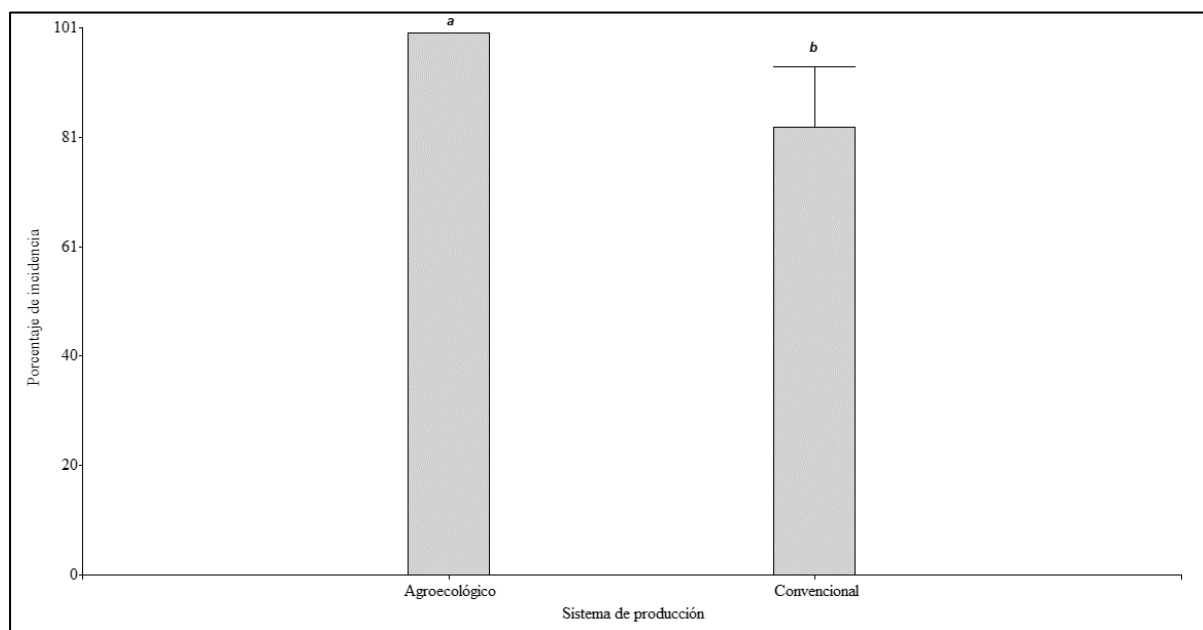
Incidencia de Acanthoscelides obtectus L. en el cultivo de fréjol, con respecto al factor días después de la siembra

Dds	Media (%)	±Error de significancia
46	81.67	±16.41
61	83.33	±16.67
76	100.00	±0.00
91	100.00	±0.00

La incidencia de picudo del fréjol, larva en vaina con respecto al factor sistema de manejo agronómico se observó que en el sistema de manejo agroecológico hubo un 100% de incidencia con una diferencia significativa del 17.50% con respecto al sistema de manejo convencional como se observa en la Figura 16.

Figura 14

Incidencia de Acanthoscelides obtectus L. en el cultivo de fréjol con respecto al sistema de manejo agronómico



4.1.8 Severidad de *Acanthoscelides obtectus* L. (picudo del fréjol, larva en vaina)

El análisis de varianza para la variable picudo del fréjol, larva en vaina indican que no existe interacción entre el factor días después de la siembra y sistema de manejo de cultivo ($f=0.91$; $gl=3,14$; $p=0.4610$).

Así mismo para el factor sistema no existe una diferencia significativa ($f=0.41$; $gl=1,14$; $p=0.5346$) por el contrario, para el factor días después de la siembra si existe una diferencia significativa con respecto al factor días después de la siembra ($f=55.96$; $gl=3,13$; $p<0.0001$) dichos valores se detallan en la tabla 34.

Tabla 30

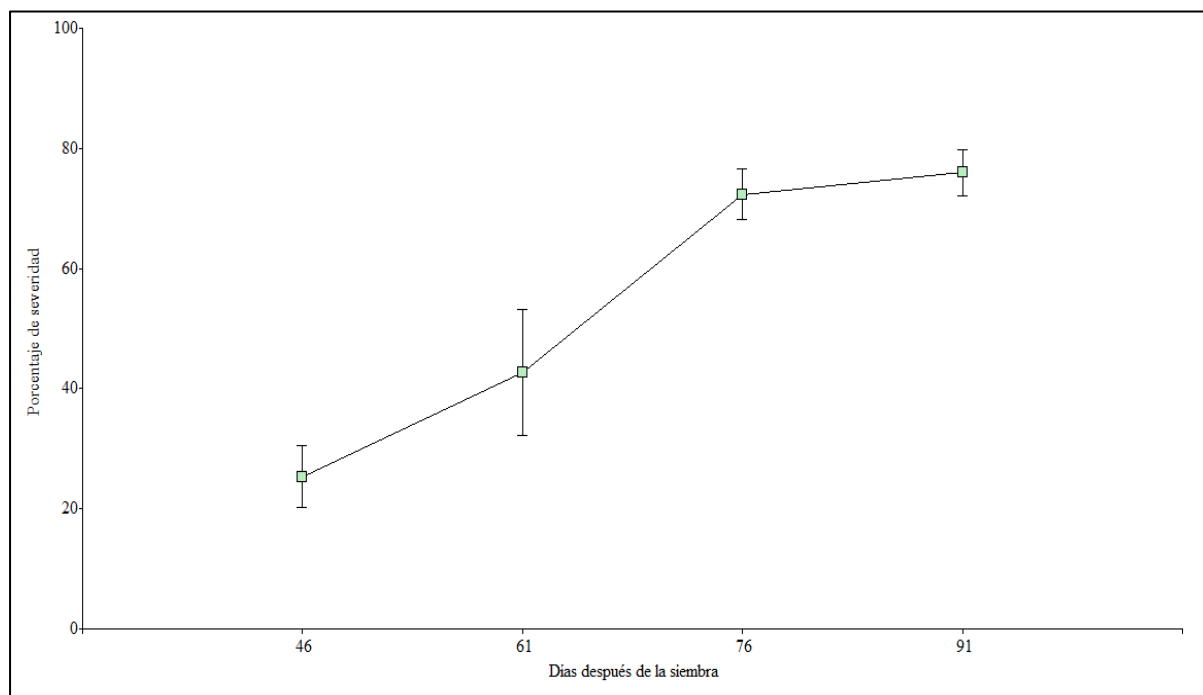
Análisis de varianza para la variable severidad de Acanthoscelides obtectus L.

Fuente de variación	Grados de libertad de la fuente de variación	Grados de libertad del error experimental	Valor F	Valor P
Dds	3	14	55.96	<0.0001
Sistema	1	14	0.41	0.5346
Dds:sistema	3	14	0.91	0.4610

La figura 17 indica la severidad de variable picudo del fréjol, larva en vaina se incrementa un 47% continuamente desde el día 46 al día 71, sin embargo, la severidad de daño de larvas para el día 91 incrementó solo un 3.67% lo que significa que los dos valores fueron similares en los dos sistemas de manejo agronómico.

Figura 15

Severidad de Acanthoscelides obtectus L. en el cultivo de fréjol con respecto al factor días después de la siembra



En la tabla 35 se evidencia que no existe diferencia significativa para la variable severidad de picudo del fréjol, larva en vaina con una diferencia del 4.17% entre los dos sistemas de manejo agronómico.

Tabla 31

Severidad de Acanthoscelides obtectus L. en el cultivo de fréjol, con respecto al factor sistema de manejo agronómico

Sistema	Media (%)	Error estándar
Agroecológico	52.00	4.95
Convencional	56.17	9.66

Escoto (2004) sugiere que eliminar malezas cercanas al cultivo disminuye la reproducción del picudo y posterior daño al cultivo. De acuerdo con este enunciado se puede decir que la presencia de las plantas arvenses no controla la incidencia del picudo de vaina, sino que más bien favoreció a la reproducción de este en fréjol obteniendo 100% en el sistema de manejo agroecológico, por el contrario, para el manejo convencional se obtuvo un porcentaje del 82.5% que carecía del margen.

Los datos de severidad obtenidos concuerdan con el estudio realizado por Gutiérrez (1995) quien empleó barreras vivas como control biológico en fréjol, obteniendo 5% menor severidad de picudo en el sistema con barreras en comparación con el testigo que no consto de dichas barreras, estos resultados concuerdan con los resultados obtenidos en el presente estudio donde se determinó que el manejo agroecológico con margen multifuncional empelando arvenses obtuvo 4.17% de severidad. Por lo tanto, el margen multifuncional si ayudo a disminuir los daños por dicha plaga.

De la misma forma Mejía (2018) determinó que la implementación de enemigos naturales (*Orius insidiosus* W.), ayuda a reducir la población de picudo en vaina. Además, Gómez y Polo (2018) indican que la vegetación favorable para el desarrollo de *Orius insidiosus* W. como (*Melapodium* sp.) girasol silvestre, (*Bidens pilosa* L.) y amor ciego que también formó parte del margen multifuncional contribuye a disminuir los niveles poblacionales del picudo de vaina obteniendo una severidad menor en el manejo agroecológico.

4.2 Enfermedades en el cultivo de fréjol

El cultivo de fréjol es susceptible a diferentes enfermedades, por tanto, a continuación, se detalla la incidencia y severidad de cada enfermedad que se presentó en el cultivo de fréjol.

4.2.1 Incidencia de *Xanthomonas phaseoli* P. (tizón bacteriano)

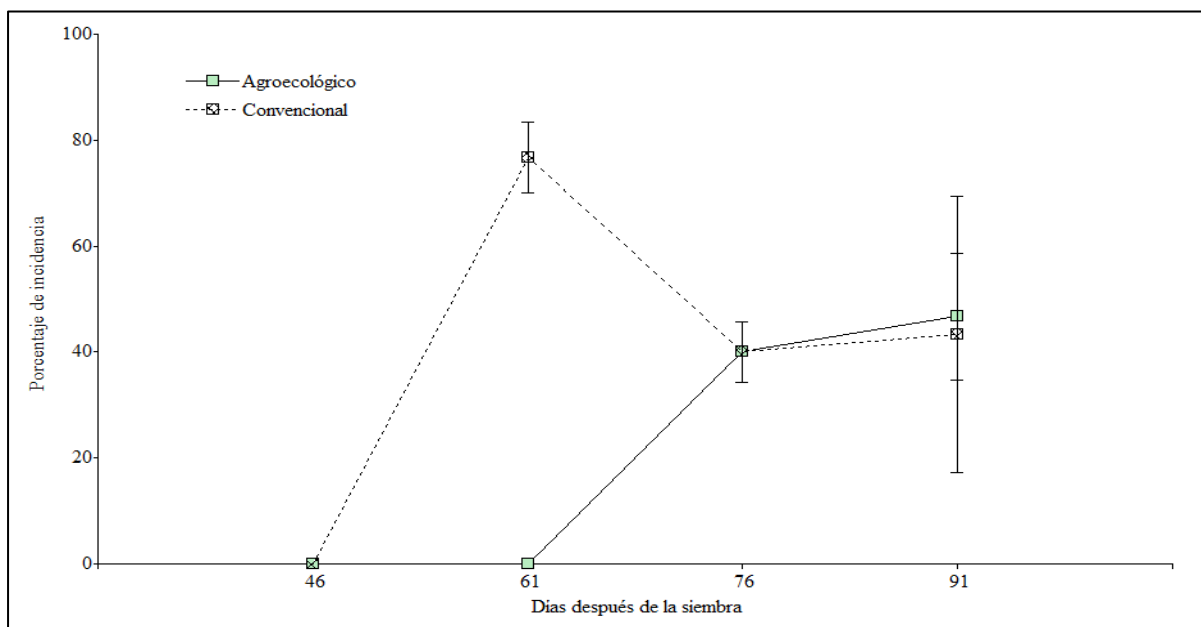
El análisis de datos no paramétricos de la prueba de Friedman indica que existe una interacción entre los días después de la siembra y el sistema de manejo agronómico con respecto a la variable incidencia de tizón bacteriano en el cultivo de fréjol ($t= 7.68$; $p= 0.0007$).

La figura 18 señala que en el día 46 de monitoreo la incidencia de tizón bacteriano fue nula, sin embargo, en el día 61 en el sistema de manejo convencional se incrementa drásticamente un 76.67%, pero en el sistema agroecológico sigue siendo nulo y para el día 76 la incidencia disminuye un 36.67% en el sistema de manejo convencional, obteniendo así un valor igual de incidencia en los dos sistemas de manejo agronómico.

En el día 91 de monitoreo se observa que el sistema de manejo agroecológico posee una incidencia del 3.33% más que el sistema de manejo convencional que obtuvo un porcentaje del 43.33%, es decir que el porcentaje de incidencia fue similar en los dos manejos agronómicos.

Figura 16

Incidencia de Xanthomonas phaseoli P. en el cultivo de fréjol con respecto a los días después de la siembra y el sistema de manejo agronómico



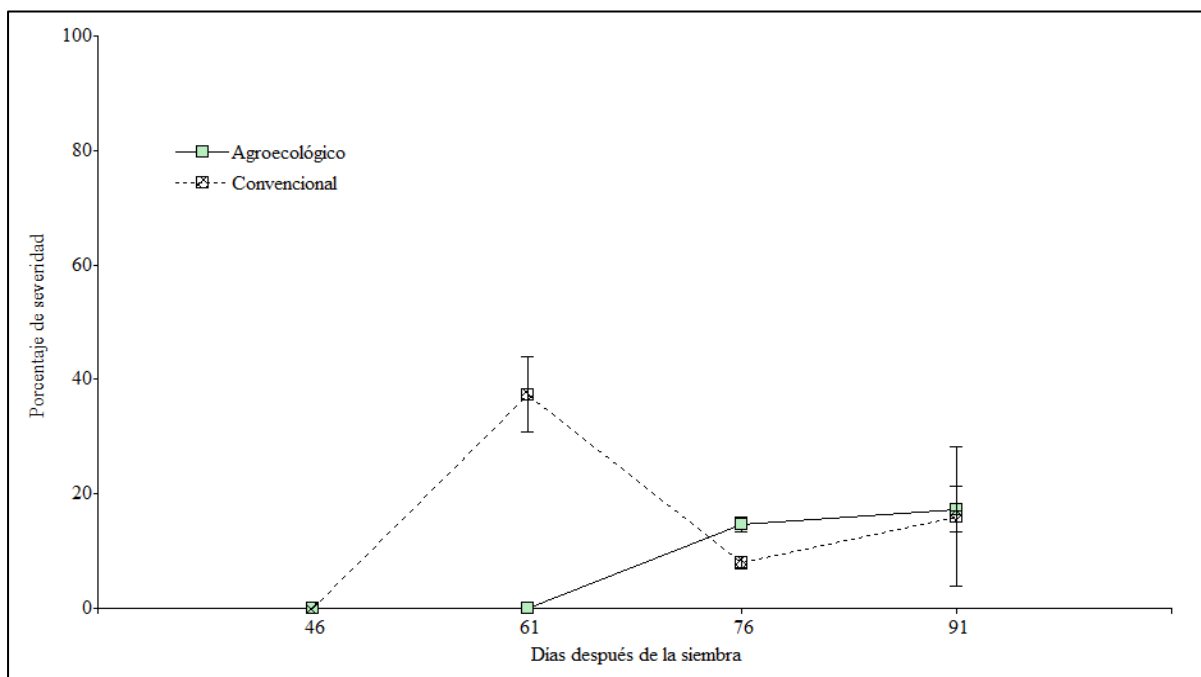
4.2.2 Severidad de *Xanthomonas phaseoli P.* (tizón bacteriano)

El análisis de varianza de los datos no paramétricos correspondiente a la prueba de Friedman señala que existe una interacción entre el factor días después de la siembra y sistema de manejo agronómico con respecto a la variable severidad ($t= 9.32$; $p= 0.0002$).

En la figura 19 se muestra el porcentaje nulo de severidad de tizón bacteriano en el sistema de manejo agroecológico desde el día 46 al 61. Por otro lado, el manejo convencional presenta una diferencia notable del 37.33% en comparación con el manejo agroecológico que continúa siendo nulo, pero decrece un 29.33% para el día 76 de monitoreo. En este punto los dos sistemas de manejo presentan valores similares al igual que en el día 91 donde tampoco se evidenció una diferencia significativa.

Figura 17

Severidad de *Xanthomonas phaseoli* P.) en el cultivo de fréjol con respecto a los días después de la siembra y los sistemas de manejo agronómico



Nazario et al. (2013) indican que una alternativa agroecológica eficiente como la combinación y asociación de cultivos en este caso fréjol-cebolla contribuyó a disminuir la incidencia de la enfermedad un 5%. Así mismo en la presente investigación donde de cierta forma se combinaron 3 cultivos de diferentes especies la severidad no sobrepasó el 50%, es decir que el daño por esta enfermedad no fue tan significativo, por ende la presencia de diferentes cultivos en una área determinada sí disminuye la severidad de esta enfermedad.

Por otro lado, Vellaichamy et al. (2011) indica que la implementación de microorganismos benéficos como *Pseudomonas* sp, M., *Bacillus cereus* F. o como *Paenibacillus polymixa* P. donde se demostró que esta bacteria inhibe el crecimiento de tizón

bacteriano in vitro, reduciendo la incidencia en un 28% y la severidad 39%. Es decir que es conveniente implementar otras estrategias de control biológico porque, aunque el manejo agroecológico con plantas arvenses contribuyo a controlar la incidencia y severidad en los días 46 y 61 de monitoreo para los días 76 y 91 la diferencia de incidencia y severidad no fue alta en los dos sistemas, pero pudo haber sido más eficaz en el manejo agroecológico en el caso de haber incluido otras estrategias de control biológico.

4.2.3 *Incidencia de Uromyces appendiculatus L. (roya)*

En la tabla 36 del análisis de varianza para la variable incidencia de roya en el cultivo de fréjol se observa que no existe interacción entre el factor días después de la siembra y sistema de manejo agronómico ($f= 1.25$; $gl= 3,14$; $p= 0.3290$).

Por el contrario, si existe diferencia significativa en el factor sistema de manejo agronómico ($f= 47.10$; $gl= 3,14$; $p= <0.0001$) independientemente del factor días después de la siembra. En el factor días después de la siembra también existe diferencia significativa ($f= 6.33$; $gl= 3.14$; $p= 0.0062$) independientemente del factor sistema de manejo agronómico.

Tabla 32

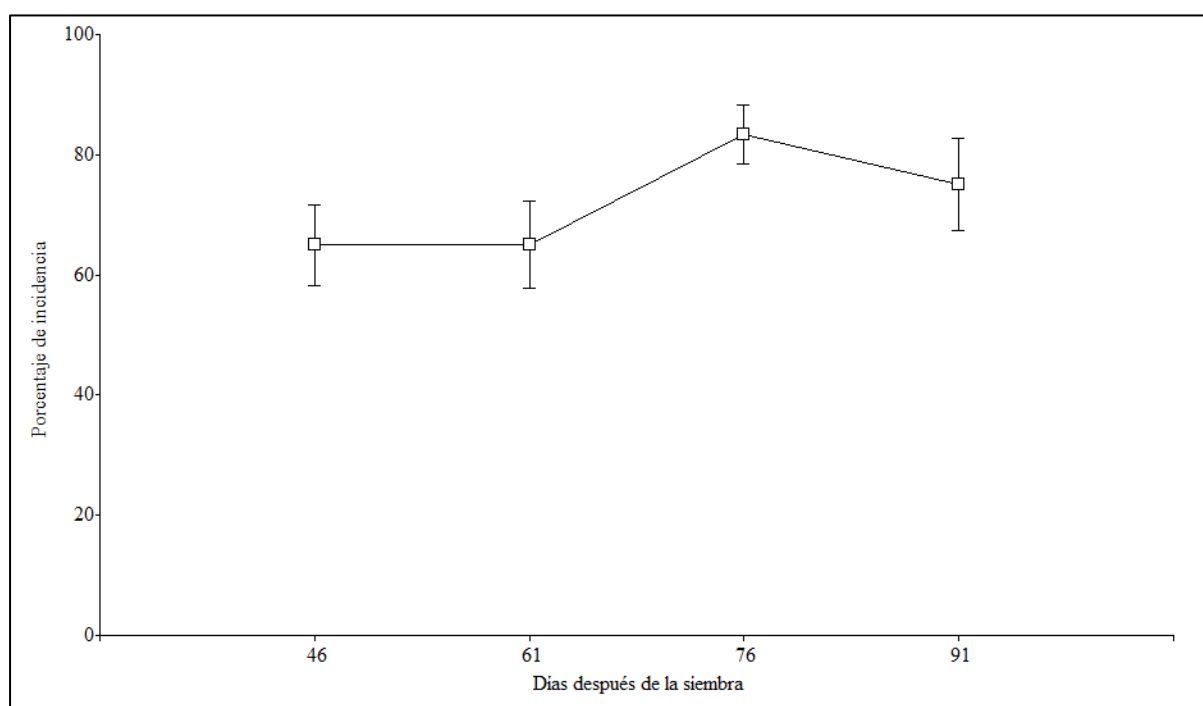
Análisis de varianza de la variable incidencia de Uromyces appendiculatus L.

Fuente de variación	Grados de libertad de las fuentes de variación	Grados de libertad del error experimental	Valor F	Valor P
Dds	3	14	6.33	0.0062
Sistema	1	14	47.10	<0.0001
Dds:sistema	3	14	1.25	0.3290

La figura 20 muestra que no existe una diferencia significativa en la incidencia de roya en los días 46 y 61, pero para el día 76 si existe una diferencia significativa del 18.33% y para el día 91 se disminuye, aunque no fue significativo disminuyo en un 8.33%.

Figura 18

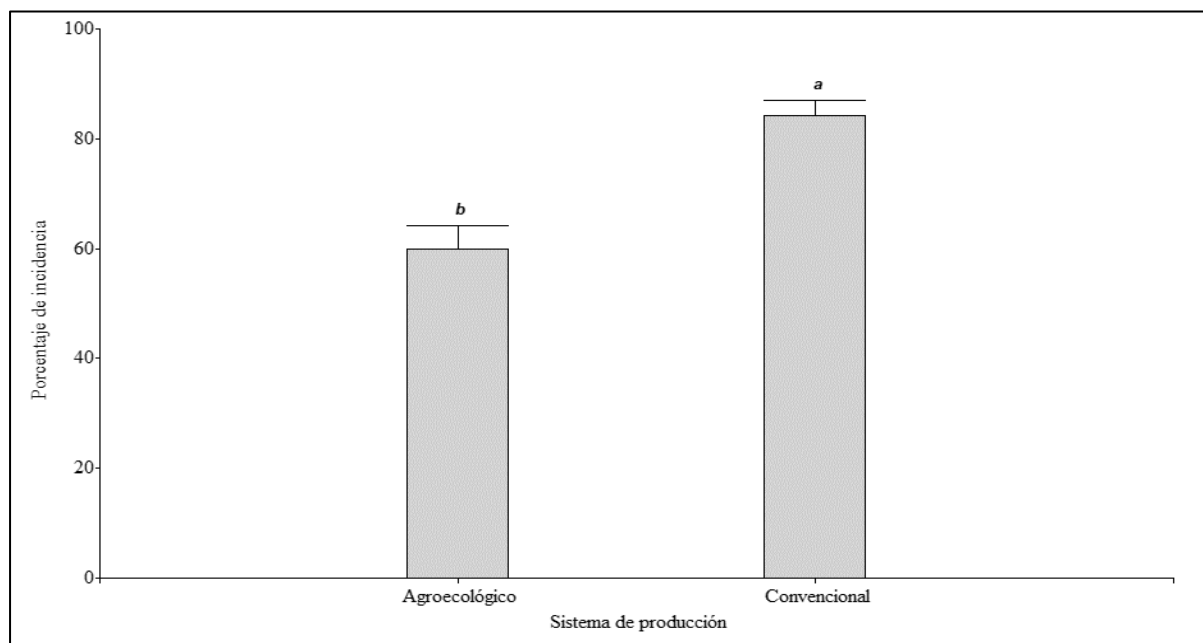
Incidencia de Uromyces appendiculatus L. en el cultivo de fréjol con respecto al factor días después de la siembra



En la figura 21 se muestra que existe una diferencia significativa del 24.17% entre el sistema de manejo agroecológico y convencional, siendo el sistema de manejo agroecológico el del menos valor de incidencia de roya.

Figura 19

Incidencia de Uromyces appendiculatus L. en el cultivo de fréjol con respecto al sistema de manejo agronómico



4.2.4 Severidad de *Uromyces appendiculatus L.* (roya)

En la tabla 37 del análisis de varianza para la variable severidad de roya en el cultivo de fréjol se observa que existe interacción entre el factor días después de la siembra y sistema de manejo agronómico ($f= 5.19$; $gl= 3,14$; $p= 0.0128$).

Tabla 33

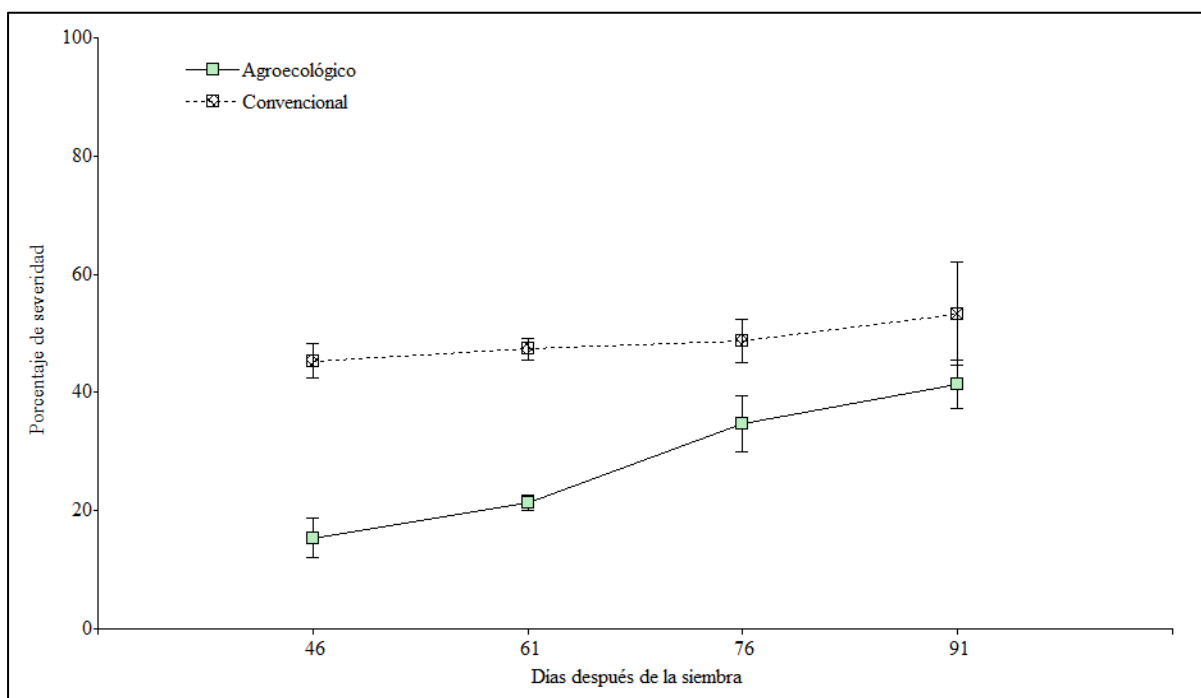
Análisis de varianza de la variable severidad de Uromyces appendiculatus L.

Fuente de variación	Grados de libertad de la fuente de variación	Grados de libertad del error experimental	Valor F	Valor P
Dds	3	14	15.20	0.0001
Sistema	1	14	111.36	<0.0001
Dds:sistema	3	14	5.19	0.0128

En la figura 22 se aprecia que en el día 46 el sistema de manejo convencional posee 30% mayor severidad que el agroecológico, sin embargo, para el día 76 los valores de severidad son similares, pero aún existe mayor severidad en el convencional con un 14% más que el agroecológico que contiene el 41.33% de severidad y para el día 91 la diferencia de severidad roya en el cultivo de fréjol fue 12% menos en el agroecológico en comparación con el convencional. De acuerdo con estos resultados se deduce que el manejo convencional tiende a mantener sus valores similares en todos los monitoreos, por el contrario, el manejo agroecológico si posee un incremento significativo en el día 76 sin embargo en el día 91 la diferencia no es significativa en los dos sistemas de manejo.

Figura 20

Severidad de Uromyces appendiculatus L. en el cultivo de fréjol con respecto al factor días después de la siembra y sistema de manejo agronómico



De acuerdo con el estudio realizado por Ilaquiche (2018) que tomo los factores ambientales como temperatura, humedad relativa, velocidad del viento y precipitación para determinar la incidencia y severidad de roya obtuvo como resultado que a los 68 días después de la siembra la incidencia de roya fue del 3.7% y 30 días después llego al 100% y la severidad fue del 3.7%, siendo la velocidad del viento el factor más importante para la diseminación de esporas y al no existir ninguna barrera que disminuya la velocidad del viento hacia el cultivo a la enfermedad le es más fácil proliferar sus esporas.

Así mismo en la presente investigación la incidencia y severidad fueron menores en el manejo agroecológico pues el sistema contó con un margen multifuncional de arvenses, sirviendo de barrera para bloquear la velocidad del viento y reducir la diseminación de esporas de la enfermedad.

4.2.5 Incidencia de *Colletotrichum lindemuthianum* W. (antracnosis)

En la tabla 38 del análisis de varianza para la variable de incidencia de antracnosis en el cultivo de fréjol se muestra la interacción entre el factor días después de la siembra y sistema de manejo agronómico. ($f= 5.69$; $gl= 3,14$; $p= 0.0092$).

Tabla 34

*Análisis de varianza para la variable incidencia de *Colletotrichum lindemuthianum* W.*

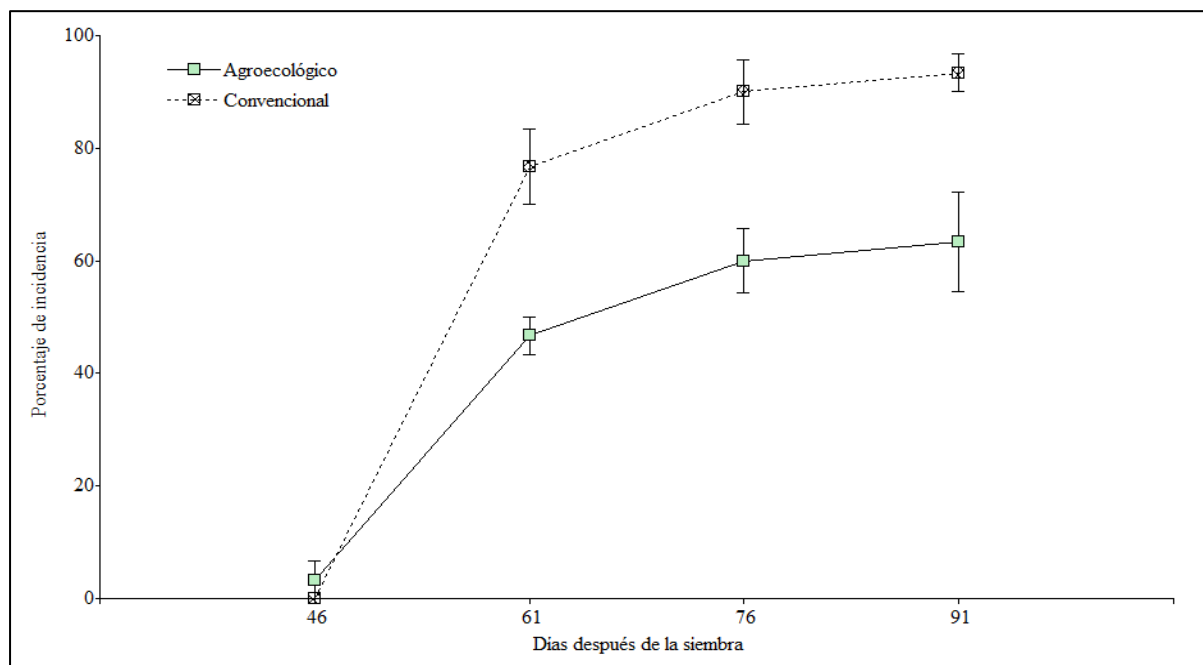
Fuente de variación	Grados de libertad de las fuentes de variación	Grados de libertad del error experimental	Valor F	Valor P
Dds	3	14	104.64	<0.0001
Sistema	1	14	38.47	<0.0001
Dds:sistema	3	14	5.69	0.0092

En la figura 23 en el día 46 de monitoreo no se observa una diferencia significativa en los dos sistemas de manejo con un porcentaje mínimo de 3.33% a favor del manejo agroecológico. Para el día 61 la incidencia incrementa significativamente en los dos sistemas de manejo con un porcentaje del 46.67% en el manejo agroecológico y 30% más en el manejo convencional.

Finalmente, en los días 76 y 91 los valores para cada sistema no presentan una diferencia significativa sin embargo el manejo agroecológico posee un porcentaje de incidencia menor en un 30% al manejo convencional.

Figura 21

Incidencia de Colletotrichum lindemuthianum W. en el cultivo de fréjol con respecto a los factores días después de la siembra y sistema de manejo agronómico



4.2.6 Severidad de *Colletotrichum lindemuthianum* W. (antracnosis)

En la tabla 39 de análisis de varianza para la variable severidad de antracnosis se muestra la existencia de interacción entre los factores días después de la siembra y sistema de manejo agronómico ($f= 29.49$; $gl= 3,14$; $p= <0.0001$), independientemente de los días de siembra y el sistema de manejo agronómico.

Tabla 35

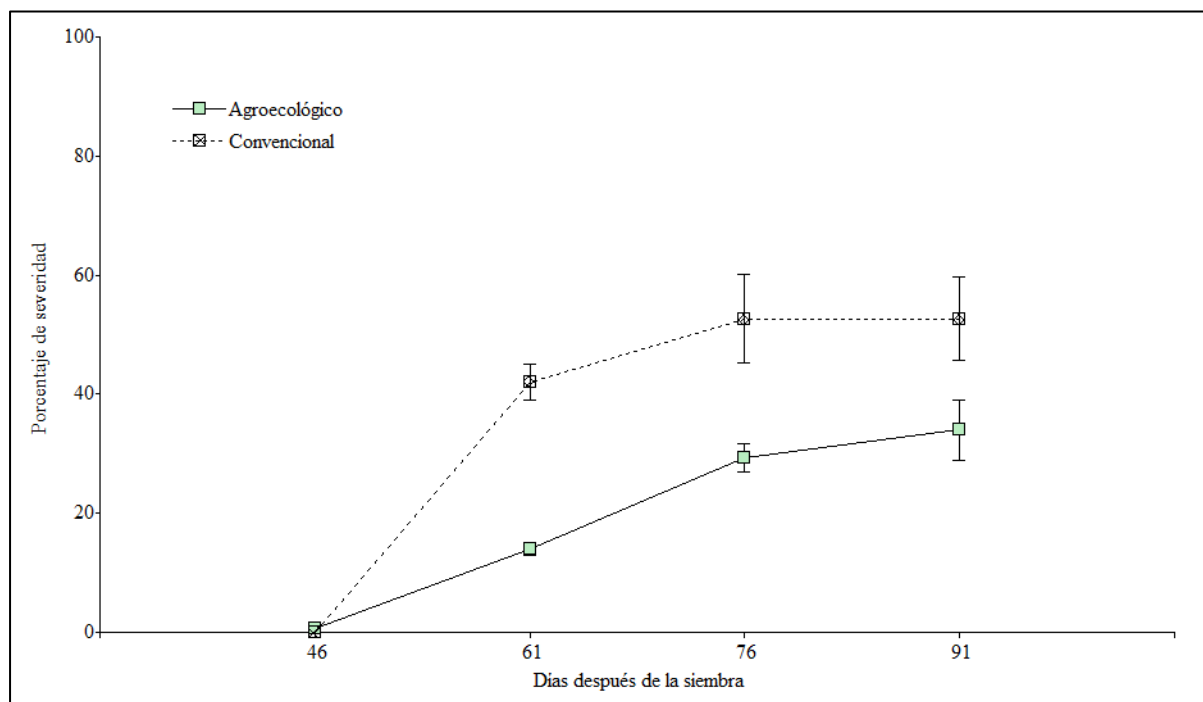
*Análisis de varianza para la variable severidad de *Colletotrichum lindemuthianum* W.*

Fuente de variación	Grados de libertad de las fuentes de variación	Grados de libertad del error experimental	Valor F	Valor P
Dds	3	14	158.57	<0.0001
Sistema	1	14	1.07	0.3183
Dds:sistema	3	14	29.49	<0.0001

En la figura 24 se muestra que en el día 46 de monitoreo la severidad de antracnosis en el cultivo de fréjol el sistema de manejo agroecológico presenta un valor mínimo del 0.67% y en el convencional esta es ausente, indicando que no existe diferencia significativa entre los dos sistemas de manejo agronómico. Para el día 61 el sistema de manejo convencional incrementa significativamente en un 42% y el agroecológico un 14%. Para el día 76 y 91 la diferencia no es significativa ya que los valores son similares para cada manejo, sin embargo, el sistema de manejo agroecológico posee una menor severidad alcanzando un total de 33.33% y el convencional 67%.

Figura 22

Severidad de Colletotrichum lindemuthianum W. en el cultivo de fréjol con respecto a los factores días después de la siembra y sistema de manejo agronómico



Montes et al. (2013) emplearon dos tratamientos (tradicional e integrado) obteniendo resultados del 0.001% de incidencia en el manejo integrado empleando caldo de ceniza en concentraciones de 1l/10l de agua para el control de antracnosis y en el sistema tradicional la incidencia fue del 26.67%. empleando fungicidas. Esto demuestra que no es necesario el uso de agroquímicos para disminuir el daño por enfermedades, sino que el uso de otras prácticas agroecológicas puede ser más eficientes en el control de enfermedades como el caso de la presente investigación donde se obtuvieron menores porcentajes de incidencia y severidad para antracnosis en el modelo agroecológico empleando arvenses.

Así mismo Ibagón y Perafán (2009) dedujo que la etapa del cultivo también es un importante factor siendo que en la etapa V2 es la menos vulnerable y la etapa R8 la más vulnerable porque el llenado de vaina se produce en esta etapa y la cantidad de follaje a infectarse es mayor, este enunciado ratifica que para el día 46 de monitoreo la incidencia y severidad de antracnosis fue mínima, pero conforme el cultivo crecía los niveles de afectación de la enfermedad también.

4.2.7 Incidencia de *Isariopsis griseola* S. (mancha angular)

La tabla 40 del análisis de varianza para la variable incidencia de *Isariopsis griseola* (mancha angular) en el cultivo de fréjol demuestra que no existe interacción entre los factores días después de la siembra y sistema de cultivo ($f= 0.19$; $gl= 3,14$; $p= 0.9045$).

Sin embargo, para el factor sistema si se evidencia una diferencia significativa ($f= 40.10$; $gl= 1,14$; $p= <0.0001$) independientemente del factor días después de la siembra. Del mismo modo existe diferencia significativa en el factor días después de la siembra ($f= 6.59$; $gl= 3,14$; $p= 0.0053$).

Tabla 36

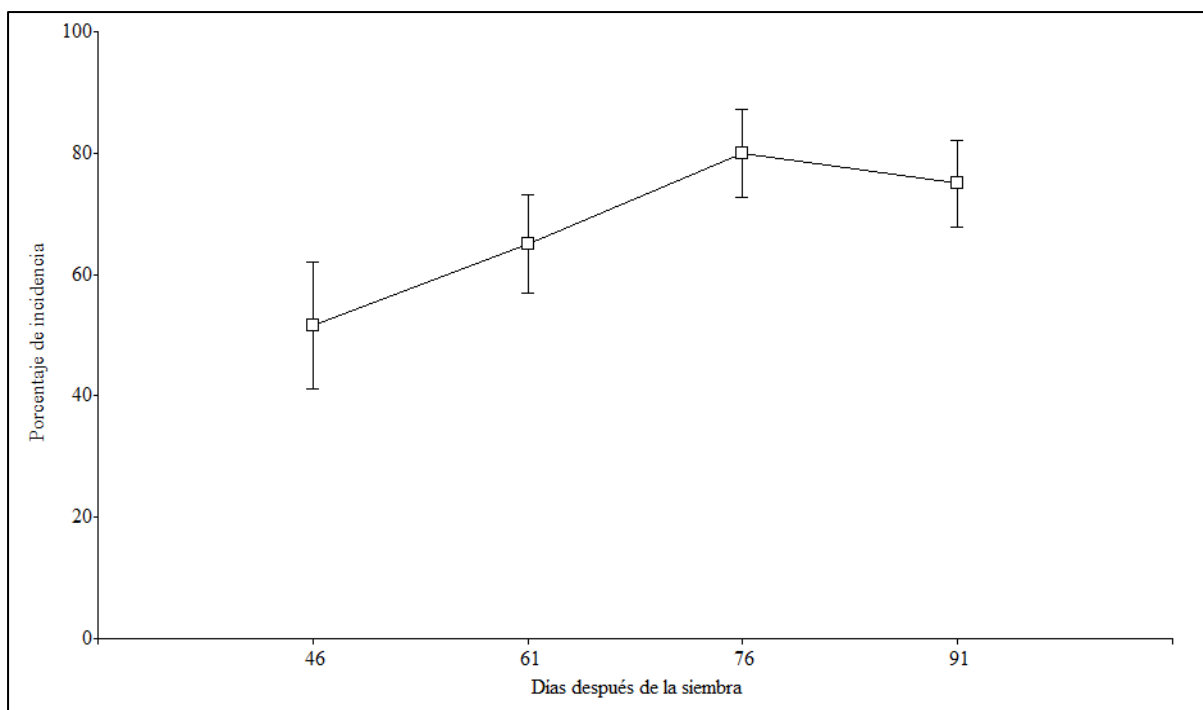
Análisis de varianza para la variable incidencia de Isariopsis griseola S.

Fuente de variación	Grados de libertad de las fuentes de variación	Grados de libertad del error experimental	Valor F	Valor P
Dds	3	14	6.59	0.0053
Sistema	1	14	40.10	<0.0001
Dds:Sistema	3	14	0.19	0.9045

La figura 25 muestra la diferencia significativa de la incidencia de mancha angular en el cultivo de fréjol. La incidencia de la enfermedad antes mencionada se detalla de la siguiente manera. Desde el día 46 al 61 incrementó en un 13.33% y para el día 76 logra su valor máximo de 75%, sin embargo, en el día 91 la incidencia disminuye en un 5%.

Figura 23

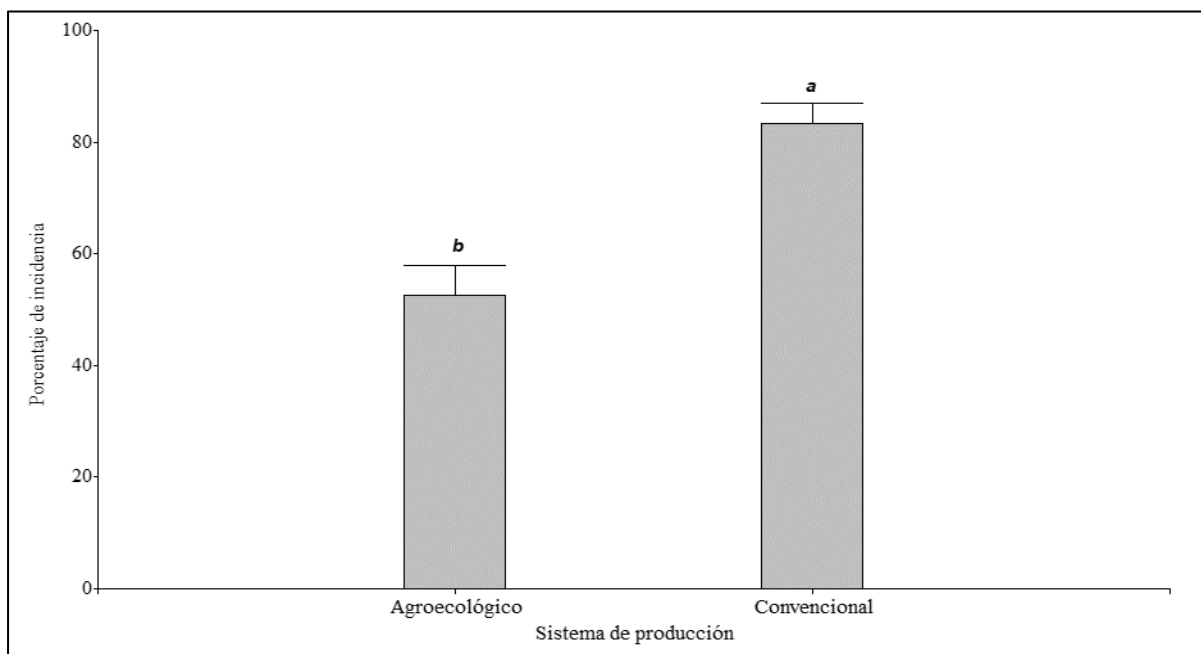
Incidencia de Isariopsis griseola S. en el cultivo de fréjol con respecto al factor días después de la siembra



En la figura 26 se evidencia una diferencia significativa del 30.83% entre el sistema de manejo agronómico convencional y el agroecológico, teniendo como resultado que el sistema de manejo convencional posee mayor severidad de mancha angular.

Figura 24

Incidencia de Isariopsis griseola S. en el cultivo de fréjol con respecto al factor sistema de manejo agronómico



4.2.8 Severidad de *Isariopsis griseola S.* (mancha angular)

En la tabla 41 de análisis de varianza para la variable severidad de mancha angular en el cultivo de fréjol se observa que no existe interacción entre los factores días después de la siembra y sistemas de producción ($f= 2.42$; $gl= 3,14$; $p= 0.1099$).

Por el contrario existe diferencia significativa para el factor sistema ($f= 73.42$; $gl= 1,14$; $p= <0.0001$) independientemente del factor días después de la siembra. De la misma manera se presentó una diferencia significativa para el factor días después de la siembra ($f= 14.99$; $gl= 3,14$; $p= 0.0001$).

Tabla 37

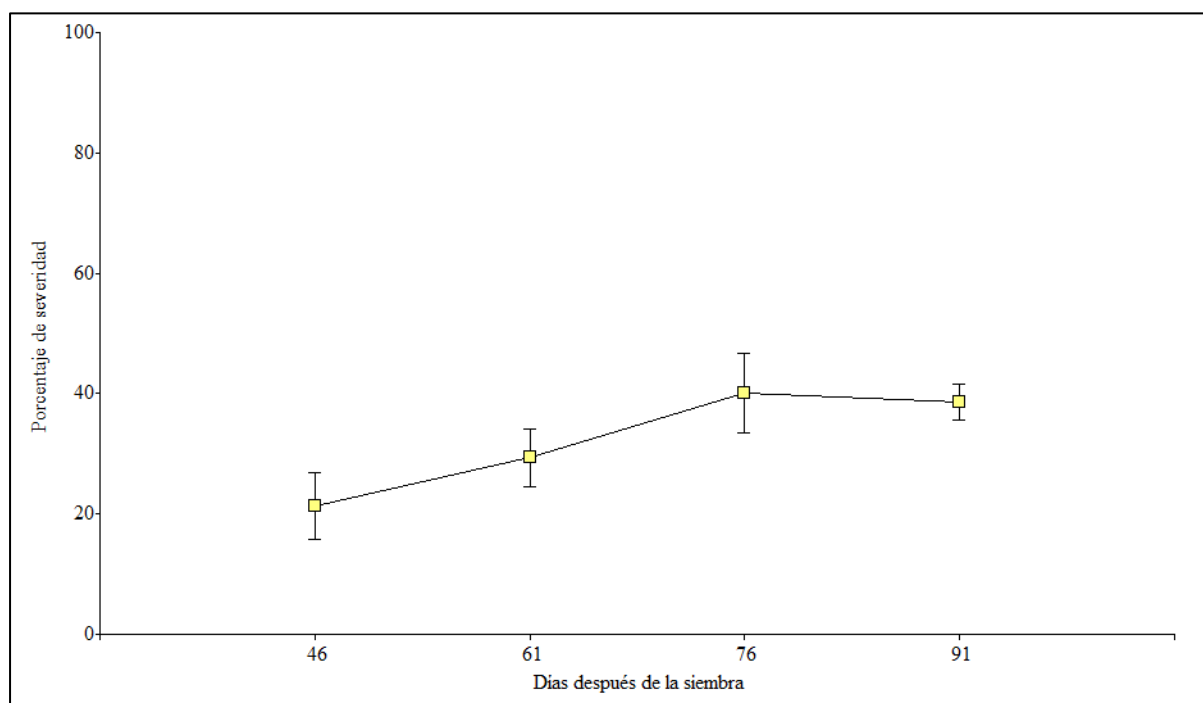
Análisis de varianza para la variable severidad de Isariopsis griseola S.

Fuentes de variación	Grados de libertad de las fuentes de variación	Grados de libertad del error experimental	Valor F	Valor P
Dds	3	14	14.99	0.0001
Sistema	1	14	73.42	<0.0001
Dds:sistema	3	14	2.42	0.1099

En la figura 27 se muestra como la severidad de mancha angular en el cultivo de fréjol con respecto al factor días después de la siembra, incrementa un total de 28.33% desde el día 46 hasta el día 76 de monitoreo y desciende en el día 91 un 5%.

Figura 25

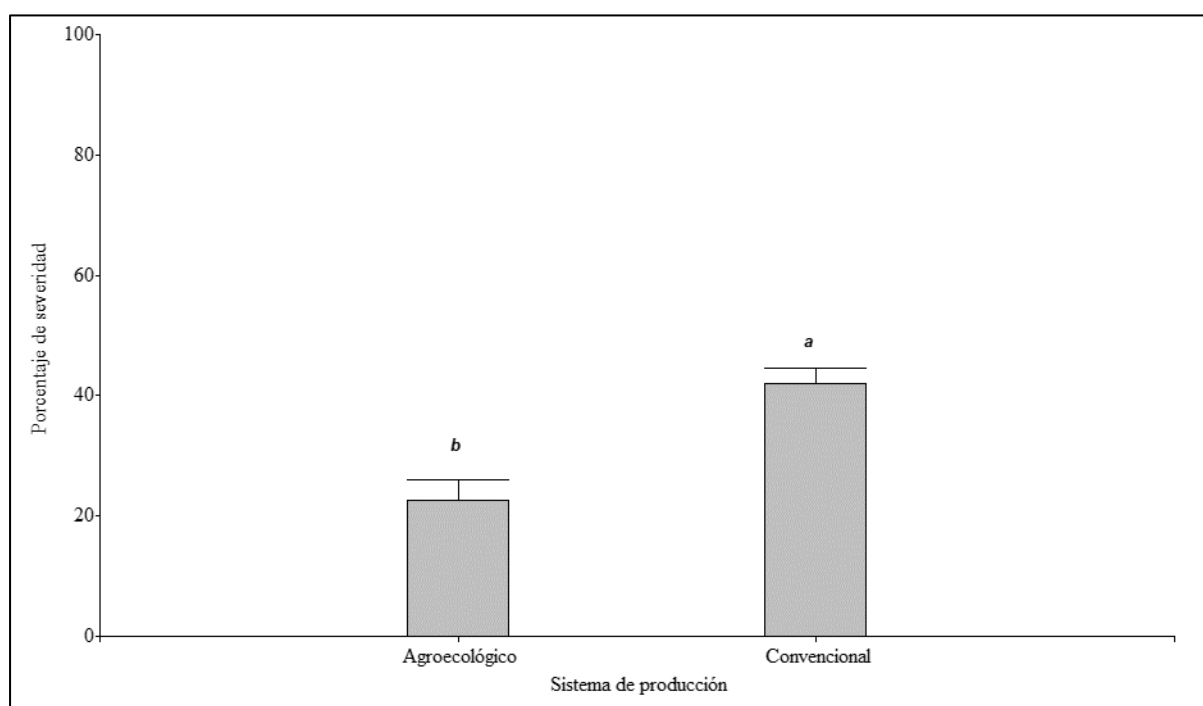
Severidad de Isariopsis griseola S. en el cultivo de fréjol con respecto al factor días después de la siembra



En la figura 28 se muestra como la severidad de mancha angular en el cultivo de fréjol con respecto al factor días después de la siembra muestra una diferencia significativa del 19.33% entre los dos sistemas de manejo agronómico.

Figura 26

Severidad de Isariopsis griseola S. en el cultivo de fréjol con respecto al factor sistema de manejo agronómico



Moreno (1977) menciona que diferentes combinaciones de cultivos (1 fréjol solo, 2 fréjol-maíz, 3 fréjol-yuca, 4 fréjol-camote, 5 fréjol-maíz-camote, 6 fréjol-maíz-yuca), obtiene resultados favorables en los tratamientos donde no se usó maíz, es decir las combinaciones de fréjol-yuca (18.88%) y fréjol-camote (18.89%) obtuvieron menor porcentaje de daño para el caso de mancha angular, es decir que la variabilidad de especies vegetales contribuye a disminuir daños por enfermedades mismo que se hizo presente en el manejo agroecológico

porque además de contar con cultivos aledaños de trigo y quinua también conto con especies vegetales nativas a su alrededor que contribuyeron indirectamente a disminuir la presencia de la enfermedad.

Del mismo modo Mejía (2018) utilizó *Basillus* sp. y *trichoderma* sp. como tratamiento agroecológico, obteniendo resultados favorables en el tratamiento de bacillus y trichoderma con 12% y 9% de severidad mancha angular, por el contrario, el tratamiento sin aplicaciones obtuvo 21% de severidad, de acuerdo con esto resultados se demuestra que las nuevas alternativas agroecológicas como el uso de microorganismos benéficos o en el caso de esta investigación la implementación de arvenses si son practicas eficientes en el control de enfermedades ya que se obtuvieron menores niveles de incidencia y severidad. Por lo tanto, las alternativas agroecológicas como labores culturales, asociación de cultivos y uso de controladores biológicos son opciones eficaces para el control de enfermedades y aunque solo las labores culturales estuvieron presentes en el proyecto desarrollado si existió un efecto favorable en la disminución de la incidencia y severidad del sistema agroecológico en comparación con el manejo convencional.

4.2.9 Incidencia de *Rhizoctonia solani* J.

La tabla 42 de análisis de varianza para la variable incidencia de *R. solani* en el cultivo de fréjol indica que no existe interacción entre los factores días después de la siembra y sistema de manejo agronómico ($f= 0.74$; $gl= 3,14$; $p= 0.5440$), para el factor sistema se evidenció una diferencia significativa ($f= 13.02$; $gl= 1,14$; $p= 0.0029$) independientemente del factor días después de la siembra. Para el factor días después de la siembra no existió diferencia significativa. ($f= 0.41$; $gl= 3,14$; $p= 0.7485$).

Tabla 38

Análisis de varianza para la variable incidencia de Rhizoctonia solani J.

Fuentes de variación	Grados de libertad de las fuentes de variación	Grados de libertad del error experimental	Valor F	Valor P
Dds	3	14	0.41	0.7485
Sistema	1	14	13.02	0.0029
Dds:sistema	3	14	0.74	0.5440

La tabla 43 de incidencia de *R. solani* J. para el factor días después de la siembra indica que no existe diferencia significativa sin embargo hay que resaltar que del día 46 al día 61 disminuyó su incidencia en un 6.67%, en el día 76 se redujo 1.66% y para el día 91 volvió a incrementar la incidencia a 28,33%.

Tabla 39

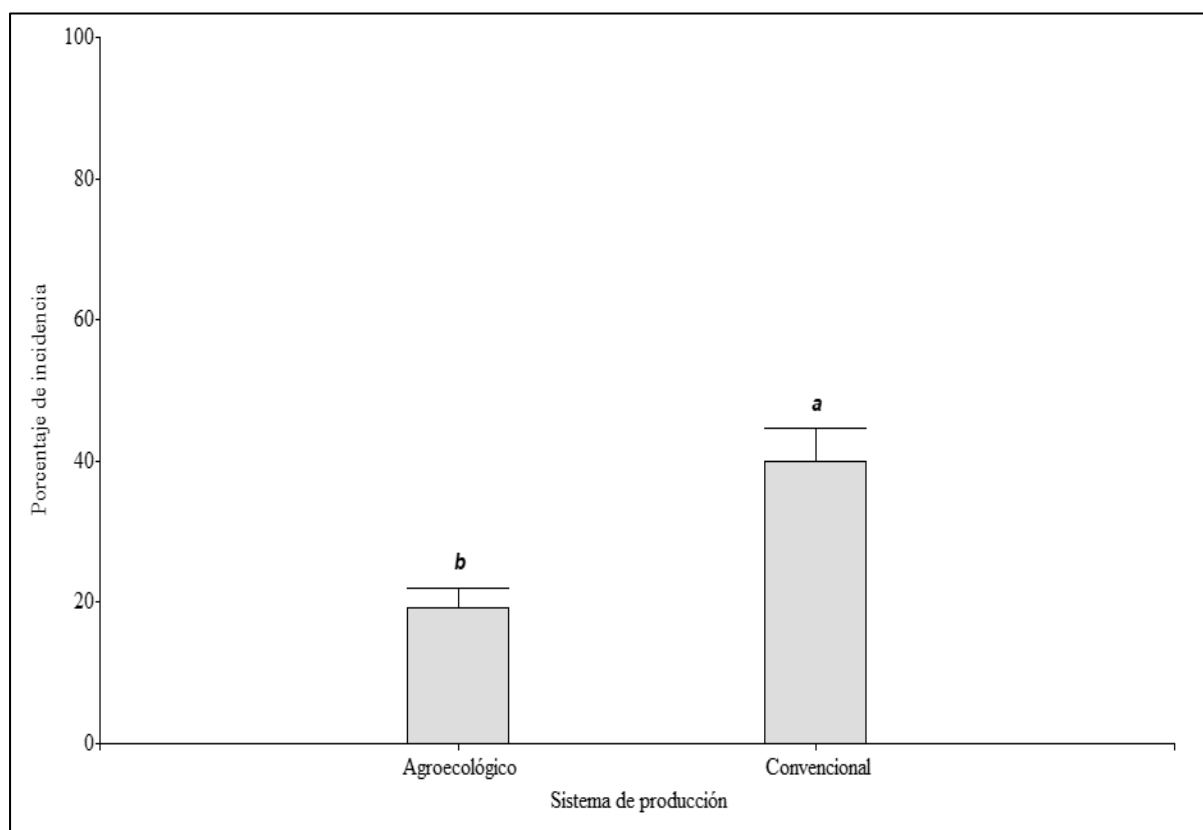
Incidencia de Rhizoctonia solani J. en el cultivo de fréjol con respecto al factor días después de la siembra

Días después de la siembra	Media	±Error de significancia
46	35.00	±5.77
61	28.33	±5.77
76	26.67	±5.77
91	28.33	±5.77

En la figura 29 se evidencia una diferencia significativa del 20.83% entre el sistema de manejo agroecológico y el sistema de manejo convencional. Siendo el sistema convencional el que posee el valor más alto de incidencia de *R. solani* J.

Figura 27

Incidencia de Rhizoctonia solani J. en el cultivo de fréjol con respecto al factor sistema de manejo agronómico



4.2.10 Severidad de *Rhizoctonia solani J.*

La tabla 44 de análisis de varianza para la variable severidad de *R. solani* en el cultivo de fréjol indica que no se evidencia interacción entre los factores días después de la siembra y sistema de manejo agronómico ($f= 0.64$; $gl= 3,14$; $p= 0.6031$).

Sin embargo, para el factor sistema si se evidencia una diferencia significativa ($f= 9.80$; $gl= 1,14$; $p= 0.0074$). El factor días después de la siembra no posee diferencia significativa ($f= 0.79$; $gl= 3,14$; $p= 0.5182$) independientemente del sistema de cultivo.

Tabla 40

Análisis de varianza para la variable severidad de Rhizoctonia solani J.

Fuentes de variación	Grados de libertad de las fuentes de variación	Grados de libertad del error experimental	Valor F	Valor P
Dds	3	14	0.79	0.5182
Sistema	1	14	9.80	0.0074
Dds:sistema	3	14	0.64	0.6031

En la tabla 45 de severidad de *R. solani* J. no existe una diferencia significativa con porcentajes mínimos de 2.66% disminución de la severidad en los días 46 al 61, para el día 76 la severidad incrementa un 0.33% y se mantiene en el mismo valor hasta el día 91.

Tabla 41

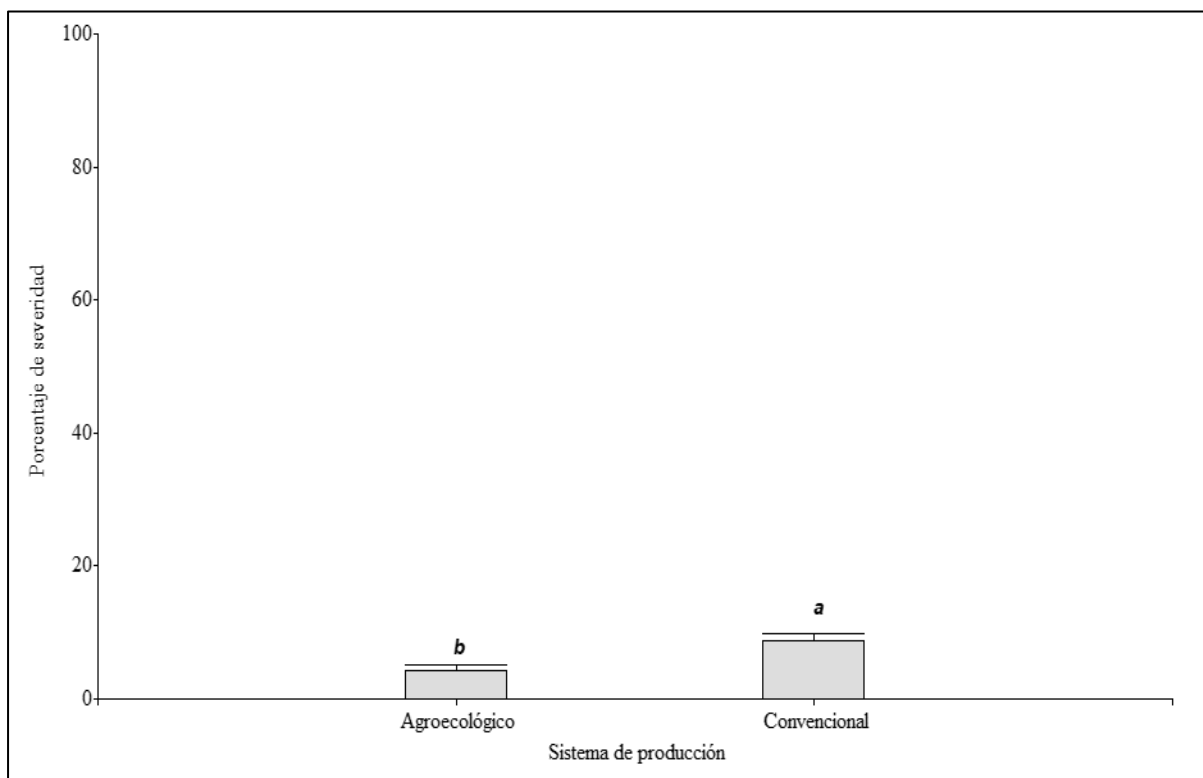
Severidad de Rhizoctonia solani J. en el cultivo de fréjol con respecto al factor días después de la siembra

Días después de la siembra	Media	±Error estándar
46	8.33	±1.67
61	5.67	±1.58
76	6.00	±1.86
91	6.00	±1.37

En la figura 30 se observa una diferencia significativa del 4.34% más de severidad en el sistema de manejo agroecológico que en el sistema de manejo convencional. Por tanto, se presume la eficiencia del margen multifuncional en el control de *R. solani* J.

Figura 28

Severidad de Rhizoctonia solani J. en el cultivo de fréjol con respecto al factor sistema de manejo agronómico



De acuerdo con los datos obtenidos probablemente el margen multifuncional ayudo como barrera rompe viento contribuyendo así a disminuir la diseminación de esporas de mildiu, pues, como lo indica Mejicano et al. (s.f.) las barreras vivas son una alternativa preventiva de control y actúan de forma indirecta bloqueando y protegiendo a los cultivos de los efectos producidos por el viento. Así mismo Nicholls (2008a) menciona que en un agroecosistema diverso rodeado con vegetación natural es capaz de albergar enemigos naturales, lombrices de tierra y microorganismos de suelo que ayudan a la descomposición y permiten desarrollar sinergismos benéficos entre plantas y hongos o bacterias benéficas. De acuerdo con este enunciado se podría decir que fue positivo el uso de plantas nativas porque pueden provocar reacciones benéficas en el cultivo.

4.3 Rendimiento en kg/ha en el cultivo de fréjol

El análisis de varianza presente en la tabla 46 para la variable rendimiento kg/ha indica que si existe diferencia significativa con respecto al factor sistema de manejo agronómico ($f=4.99$; $gl= 1,2$; $p= 0.0352$).

Tabla 42

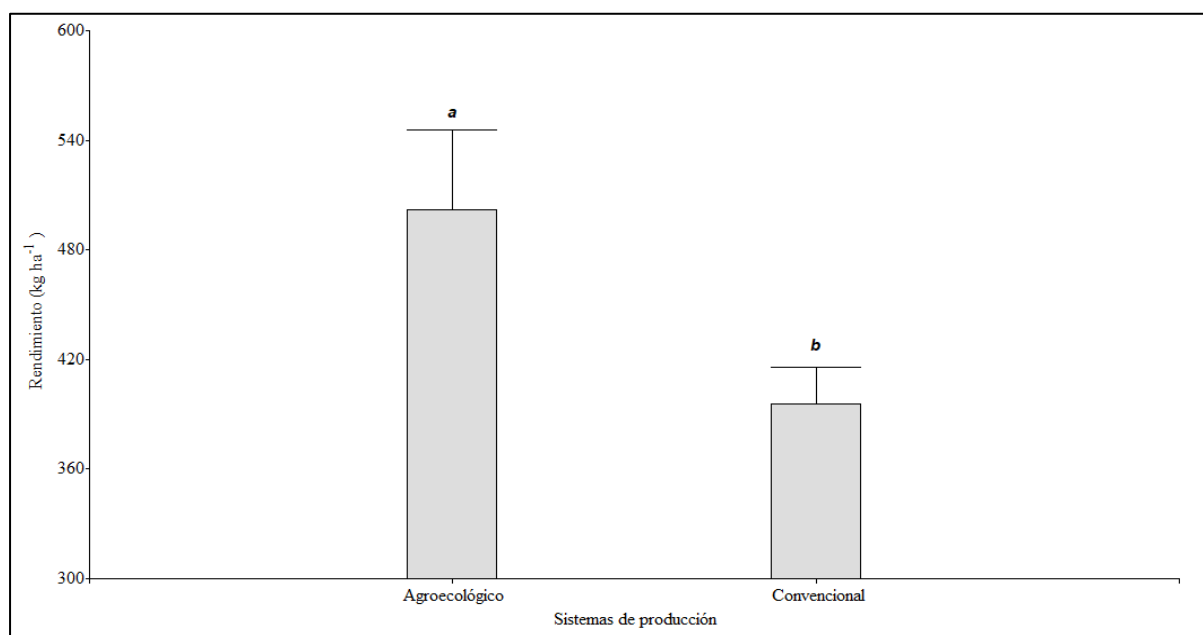
Análisis de varianza para la variable rendimiento kg/ha

Fuente de variación	Grados de libertad de las fuentes de variación	Grados de libertad del error experimental	Valor F	Valor P
Sistema	1	2	4.99	0.0352

Para la variable rendimiento en kg/ha se observa que el sistema agroecológico posee 165.11 kg/ha más producción que el manejo convencional. Demostrando que implementar sistemas agroecológicos contribuye a mejorar el rendimiento de las parcelas, como se muestra en la figura 31.

Figura 29

Rendimiento en Kg/ha del cultivo de frejol



El rendimiento está influenciado por la diversidad de factores entre los que se mencionan el tipo de fertilización como lo indica Aguilar *et al.* (2012) que emplearon vermicompost que incrementó 31% el número de inflorescencias, 36% el número de vainas producidas y 16% el número de vainas cosechadas y 33% el número de semillas por planta. Es decir que una correcta fertilización contribuye a mejorar los niveles productivos en fréjol como en el caso de la presente investigación donde se empleó fertilizante orgánico en el manejo agroecológico y fertilizante químico para el manejo convencional para compensar los nutrientes faltantes en el suelo y requeridos por el cultivo obteniendo los mayores niveles de producción en el manejo agroecológico que sobrepasó al convencional con 165.11 kg/ha, esto pudo deberse a que indirectamente la fertilización orgánica influyo en el rendimiento del cultivo.

Así mismo Pupo (2016) ratifica en su estudio que el ataque de plagas en especial de *E. kraemeri* H., provocó una pérdida de 1 t/ha en la variedad 38 de fréjol porque el 50% de las plantas fueron dañadas, además determinó que los factores climáticos son responsables de pérdidas de hasta el 90%, sin embargo, los valores de incidencia y severidad tanto de plagas como enfermedades fueron menores en el sistema agroecológico, por tal motivo los niveles de producción fueron mayores en dicho sistema.

4.4 Plagas en el cultivo de quinua

4.4.1 Incidencia de *Spodoptera* sp. (gusano cogollero)

Los resultados del análisis de varianza de los datos no paramétricos de la prueba de Friedman indican que no existe interacción entre días después de la siembra y sistema de manejo agronómico para la variable incidencia de gusano cogollero ($t= 2.38$; $p= 0.0788$).

Los resultados del análisis de varianza de datos no paramétricos de la prueba de Friedman test indican que no existe diferencia significativa para el factor días después de la siembra ($t= 1.77$; $p= 0.1952$) independientemente del sistema de manejo agronómico con respecto a la incidencia de *Spodoptera* sp. (gusano cogollero).

En la tabla 47 no se observan diferencias significativas para la variable incidencia de gusano cogollero en el cultivo de quinua sin embargo desde el día 46 al 61 el daño de la plaga fue del 1.67% en los dos sistemas de manejo agronómico y en los días 76 al 91 no se evidenció presencia de gusano cogollero en ningún sistema de manejo agronómico.

Tabla 43

Incidencia de Spodoptera sp G. en el cultivo de quinua con respecto a los días después de la siembra

Días después de la siembra	Media	±Error de significancia
46	5.00	±3.42
61	3.33	±3.33
76	0.00	±0.00
91	0.00	±0.00

Los resultados del análisis de varianza de los datos no paramétricos de la prueba de Friedman indican que no existe diferencia significativa para el factor sistema de manejo agronómico ($t= 3.67$; $p= 0.0819$) independientemente de los días después de la siembra. En la tabla 48 se evidencia un aumento del 4.17% de incidencia de gusano cogollero en el sistema de manejo agroecológico con respecto al sistema de manejo convencional.

Tabla 44

Incidencia de Spodoptera sp. en el cultivo de quinua con respecto al sistema de manejo agronómico

Sistema	Media	±Erros de significancia
Agroecológico	4.17	±2.29
Convencional	0.00	±0.00

4.4.2 Severidad de Spodoptera sp. (gusano cogollero)

Los resultados del análisis de varianza de los datos no paramétricos de la prueba de Friedman donde se indica que no existe interacción entre días después de la siembra y sistema de manejo agronómico para la variable severidad de Spodoptera sp. (gusano cogollero) ($t=2.05$; $p=0.1194$). Adicionalmente este análisis muestra que no existe diferencia significativa para el factor días después de la siembra ($t=1.34$; $p=0.2994$) independientemente del sistema de manejo agronómico con respecto a la severidad de gusano cogollero. La tabla 49 no muestra una diferencia significativa de gusano cogollero en el cultivo de quinua, pero existió un incremento mínimo del 0.33% entre los días 46 y 61 en los dos sistemas de manejo agronómico y en los días 76 al día 91 no se observó presencia de gusano cogollero en ningún sistema.

Tabla 45

Severidad de Spodoptera sp. en el cultivo de quinua respecto a los días después de la siembra

Días después de la siembra	Media	±Error de significancia
46	1.67	±1.09
61	2.00	±2.00
76	0.00	±0.00
91	0.00	±0.00

Los resultados del análisis de varianza de los datos no paramétricos de la prueba de Friedman indican que no existe diferencia significativa para el factor sistema de manejo agronómico ($t= 1.67$; $p= 0.0819$) independientemente de los días después de la siembra. Los resultados de la tabla 50 muestran que no existe diferencia significativa, pero existe un porcentaje mínimo de daño del 1.83% en el manejo agroecológico en comparación con el manejo convencional que no presentó daño por esta enfermedad.

Tabla 46

Severidad de Spodoptera sp. en el cultivo de quinua con respecto al sistema de manejo agronómico

Sistema	Media	±Error de significancia
Agroecológico	1.83	±1.09
Convencional	0.00	±0.00

Gutiérrez (1995) empleó barreras vivas con *Pennisetum* spp. (tatumbra) *Vetiveria zizanioides* L. (lavadero) obteniendo mejor resultado en el tratamiento con barreras vivas con una incidencia del 6% y 8% en el tratamiento sin barreras vivas, estos resultados se dieron debido a que esta plaga prefería alimentarse del abundante follaje de dichos forrajes en lugar de alimentarse del cultivo de maíz porque estas especies forrajeras le proporcionaron un ambiente favorable para su estancia.

Por el contrario, en el presente estudio la plaga se hizo presente en el manejo agroecológico que constaba de plantas arvenses con un valor mínimo de 1.83 en comparación con el manejo convencional que no presentó daños por esta plaga, esto sugiere que las plantas

usadas en el margen multifuncional no contribuyeron a disminuir el daño de esta plaga, sino que más bien ocasionaron que las larvas acudan a alimentarse del cultivo de quinua.

El mismo autor indica que la incidencia y severidad de cogollero en maíz se puede disminuir haciendo uso de barreras vivas porque estas son capaces de atraer enemigos naturales de esta plaga haciendo que su daño sea mínimo o haciendo que la plaga emigre a las malezas aledañas de los cultivos haciendo uso de estas como hospederos temporales. Por tanto, aunque las arvenses del margen multifuncional no controlaron totalmente el daño de esta plaga si fue evidente que el daño no fue significativo en el manejo agroecológico.

4.5 Enfermedades en el cultivo de quinua

El cultivo de quinua es susceptible a diferentes enfermedades, por tanto, a continuación, se detalla la incidencia y severidad de cada enfermedad que se presentó.

4.5.1 Incidencia de *Peronospora variabilis* G. (mildiu de la quinua)

Los resultados presentados en la tabla 51 del análisis de varianza para la variable incidencia de mildiu de la quinua muestra que no existe interacción entre el factor días después de la siembra y el sistema de manejo agronómico ($f= 1.19$; $gl=3,14$; $p= 0.3500$).

Sin embargo, para el factor sistema se evidencia una diferencia significativa independientemente del factor días después de la siembra ($f= 26.84$; $gl= 1,14$; $p= 0.0001$) del mismo modo existe una diferencia significativa para el factor días después de la siembra ($f= 6.46$; $gl= 3,14$; $p= 0.0057$).

Tabla 47

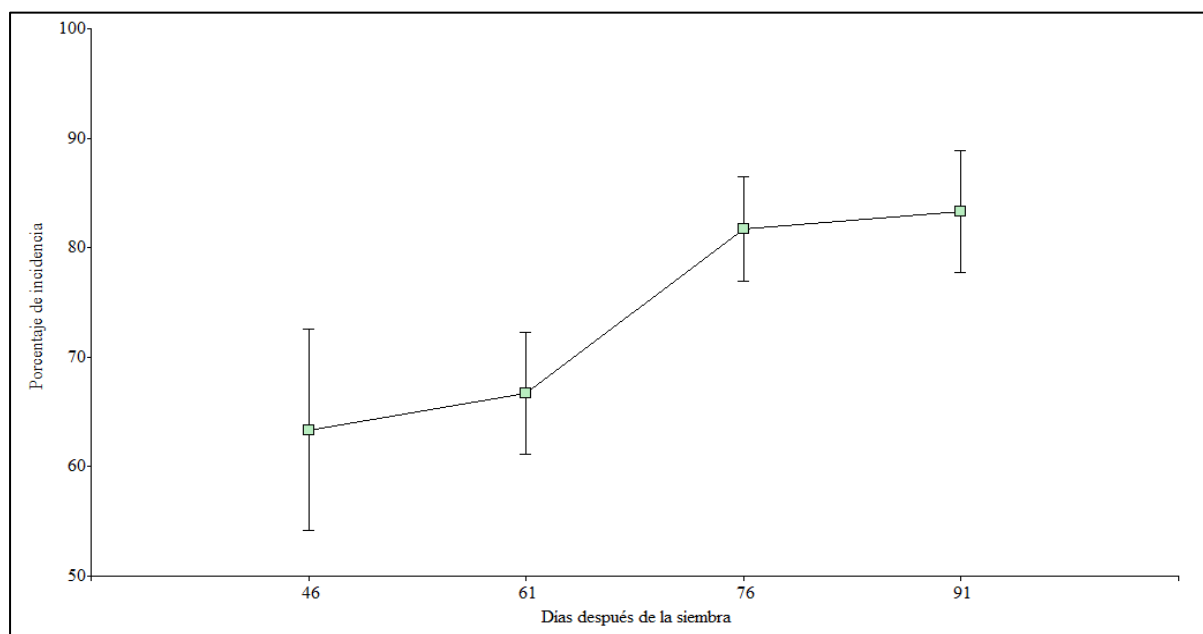
Incidencia de Peronospora variabilis G. en el cultivo de quinua

Fuente de variación	Grados de libertad de las fuentes de variación	Grados de libertad del error experimental	Valor F	Valor P
Dds	3	14	6.46	0.0057
Sistema	1	14	26.84	0.0001
Dds:sistema	3	14	1.19	0.3500

En la figura 32 no se observa diferencias significativas porque desde el día 46 al día 61 la incidencia de mildiú de la quinua sufre un incremento mínimo, con solo un 3.34% pero desde el día 61 al día 76 se observa diferencia significativa aumentando un 15%, pero a partir del día 71 al 91 la diferencia no es significativa ya que la enfermedad solo aumento 1.66% con respecto al día 76.

Figura 30

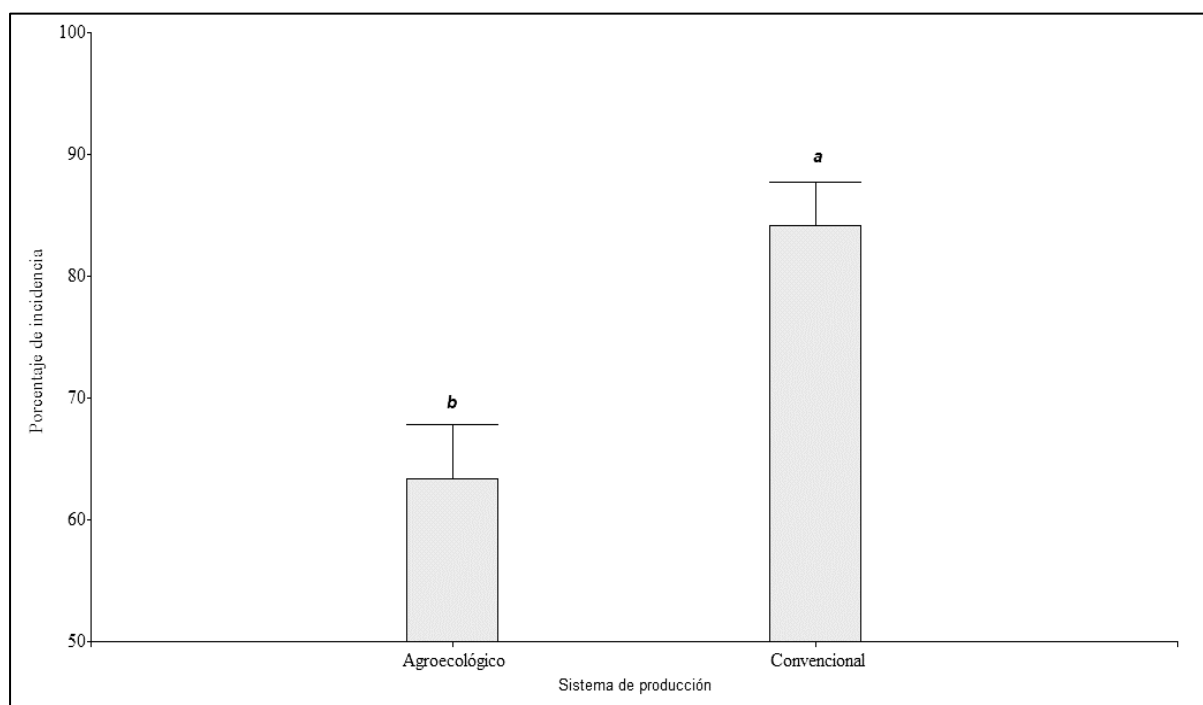
Incidencia de Peronospora variabilis G. con respecto al factor días después de la siembra en el cultivo de quinua



En la figura 33 se evidencia una diferencia significativa entre los dos sistemas de manejo agronómico. El sistema de manejo agroecológico posee un 63.33% de incidencia de mildiu y el sistema de manejo convencional posee un 20.84% de mayor incidencia en comparación con el sistema convencional.

Figura 31

Incidencia de Peronospora variabilis G. con respecto al factor sistema de manejo agronómico en el cultivo de quinua



4.5.2 Severidad de *Peronospora variabilis G.* (mildiu de la quinua)

La tabla 52 de análisis de varianza para la variable severidad de *Peronospora variabilis G.* (mildiu de la quinua) indica que no existe interacción entre los días después de la siembra y sistema de manejo agronómico ($f= 1.04$; $gl= 3,14$; $p= 0.4043$) por el contrario, para el factor sistema de manejo agronómico si se evidencia una diferencia significativa ($f= 44.12$; $gl= 1,14$;

$p < 0.0001$) de la misma forma hay una diferencia significativa para el factor días después de la siembra ($f = 13.20$; $gl = 3, 14$; $p = 0.0002$).

Tabla 48

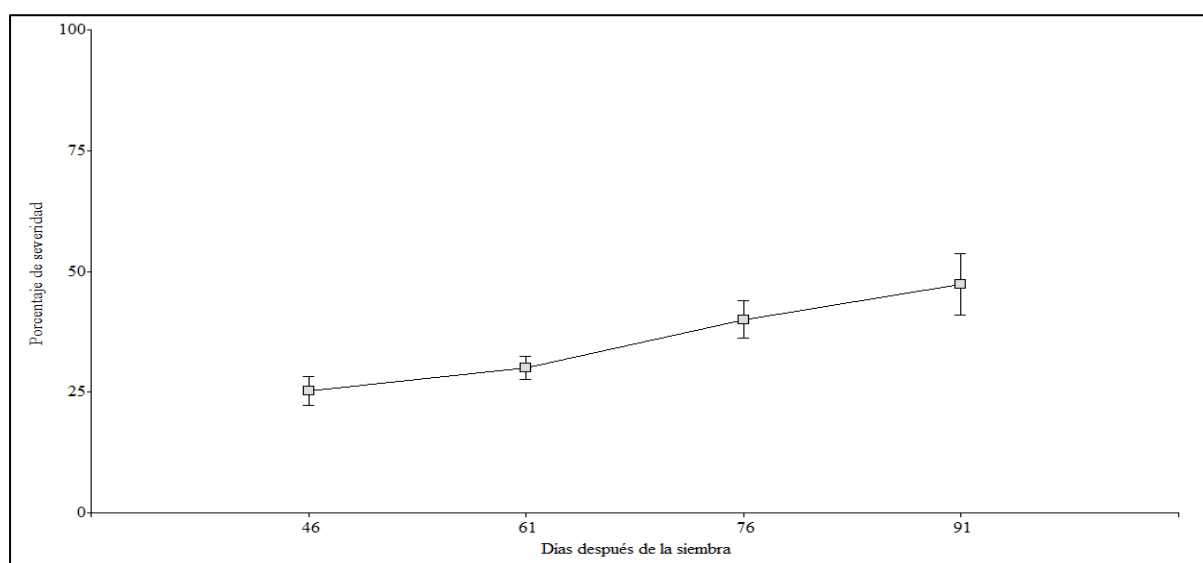
Severidad de Peronospora variabilis G. en el cultivo de quinua

Fuente de variación	Grados de libertad de las fuentes de variación	Grados de libertad del error experimental	Valor F	Valor P
Dds	3	14	13.20	0.0002
Sistema	1	14	44.12	<0.0001
Dds:sistema	3	14	1.04	0.4043

En la figura 34 se muestra el aumento progresivo de la severidad de mildiu de la quinua desde el día 46 que posee un valor de 25.33% y para el día 91 se incrementa el 22% la severidad de la enfermedad.

Figura 32

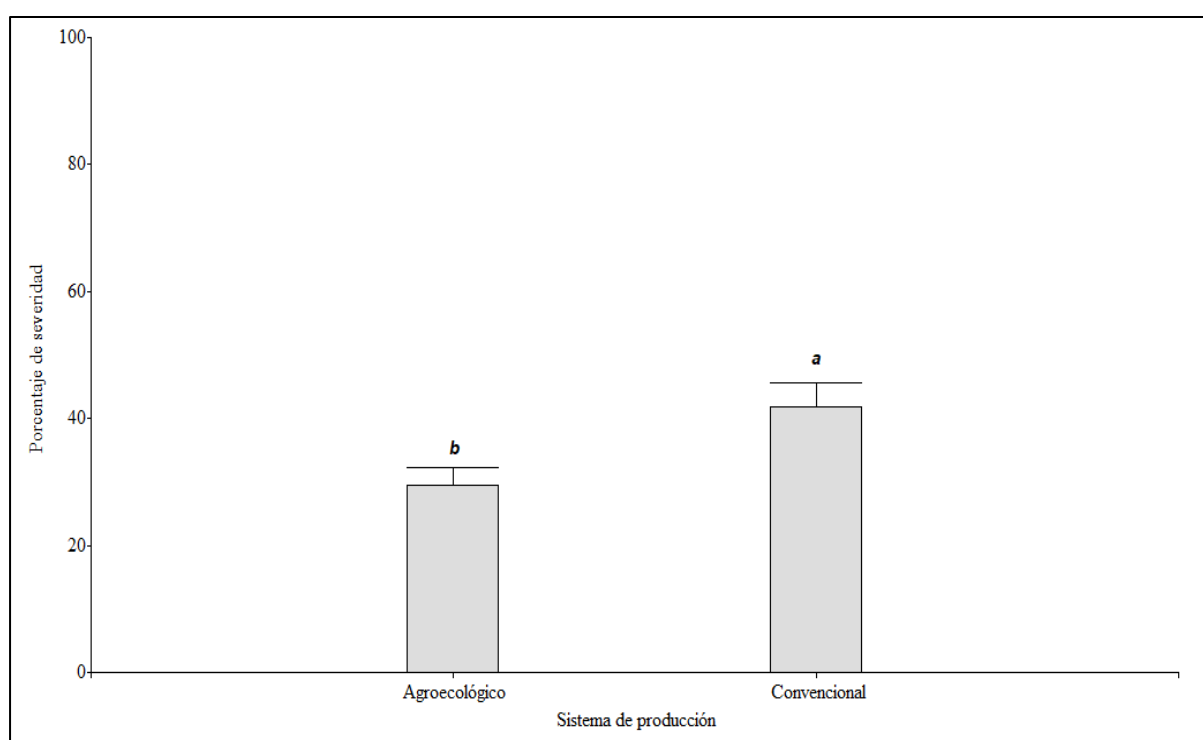
Severidad de Peronospora variabilis G. con respecto al factor días después de la siembra en el cultivo de quinua



La diferencia significativa entre el sistema de manejo agroecológico y el sistema convencional es del 12.33%, atribuyéndole el valor más alto al sistema convencional, con un 41.83% de severidad de la enfermedad mildiu de la quinua, como se observa en la figura 35.

Figura 33

Severidad de Peronospora variabilis G. con respecto al factor sistema de manejo agroecológico en el cultivo de quinua



De acuerdo con los resultados obtenidos quizá el margen multifuncional actuó como barrera rompe viento reduciendo la diseminación de esporas de mildiu, pues, como lo indican Mejicano et al. (s.f.) las barreras vivas son una alternativa preventiva de control de plagas y enfermedades que actúan de forma indirecta bloqueando y protegiendo a los cultivos de los efectos producidos por el viento.

Por el contrario, Alvarado et al. (2019) recomiendan aplicar dosis de 500 g/ha de *trichoderma harzianum* R. para el control de mildiu en pepino, pues su ensayo arrojó resultados significativos del 84.24% de eficacia contra la enfermedad. Es decir que las practicas agroecológicas adecuadas como la antes mencionada y la empleada en esta investigación pueden arrojar resultados positivos en el control de enfermedades y los niveles de incidencia y severidad disminuirían si se combinan diferentes métodos agroecológicos de control en enfermedades.

4.5.3 Incidencia de *Fusarium* sp. (*chupadera fungosa*)

La tabla 53 del análisis de varianza muestra que no existe interacción entre los factores días después de la siembra y sistema de manejo agronómico, con respecto a la variable incidencia de chupadera fungosa en el cultivo de la quinua ($f= 1.63$; $gl= 3,14$; $p= 0.2276$). Para el factor sistema de manejo de cultivo se muestra una diferencia significativa en comparación con el factor días después de la siembra ($f= 35.60$; $gl= 1,14$; $p= <0.00001$), del mismo modo para el factor días después de la siembra se evidencia una diferencia significativa ($f= 12.30$; $gl= 3,14$; $p= 0.0003$).

Tabla 49

Incidencia de Fusarium sp. En el cultivo de quinua

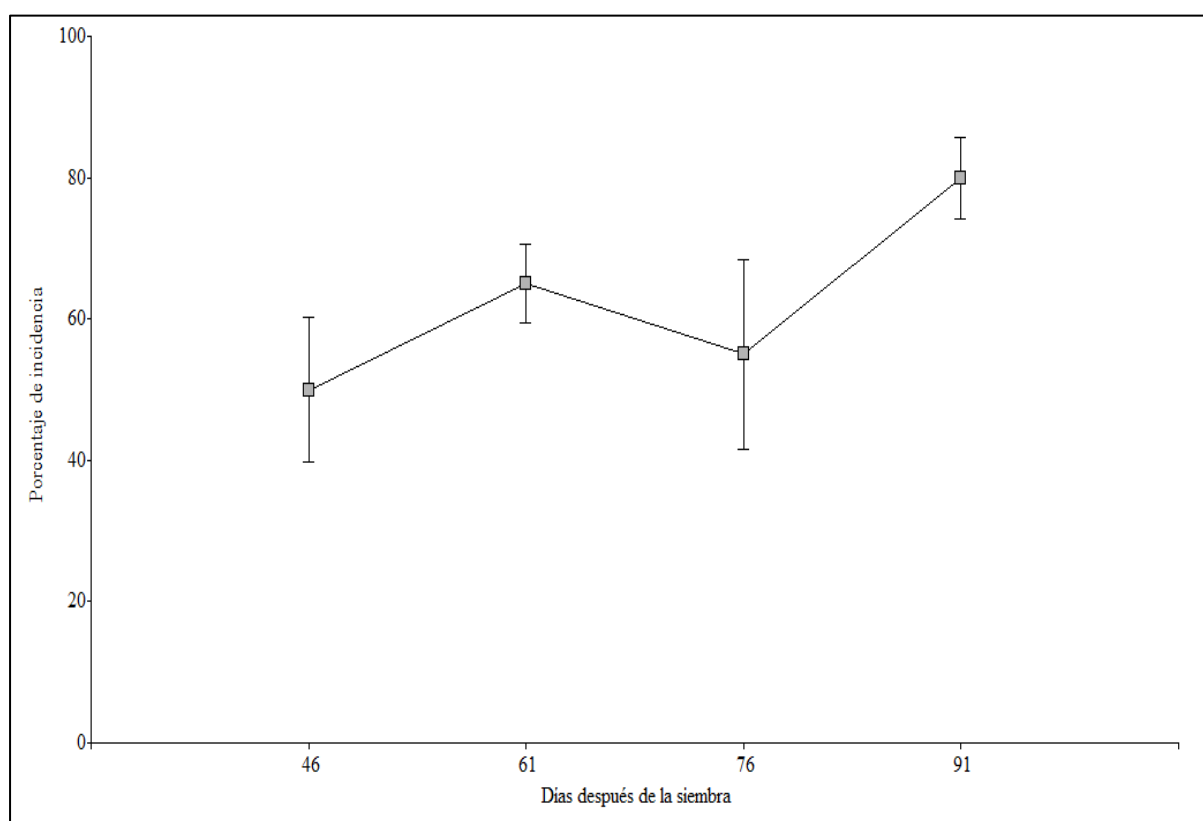
Fuentes de variación	Grados de libertad de las fuentes de variación	Grados de libertad del error experimental	Valor F	Valor P
Dds	3	14	12.30	0.0003
Sistema	1	14	35.60	<0.0001
Dds:sistema	3	14	1.63	0.2276

En la figura 36 se puede observar que en los tres primeros monitoreos correspondientes a los días 46, 61 y 76 los errores estándar se cruzan por tanto no existió diferencia significativa,

pero en el día 91 de monitoreo se hizo evidente una diferencia significativa con respecto a los monitoreos anteriores. Es importante mencionar que la incidencia de chupadera fungosa en el cultivo de la quinua en el día 46 presenta 50% y para el día 61 incremento 5%. Por el contrario, al día 76 la incidencia reduce un 10% y vuelve a incrementar drásticamente para el día 91 en un 30%.

Figura 34

Incidencia de Fusarium sp. en el cultivo de quinua

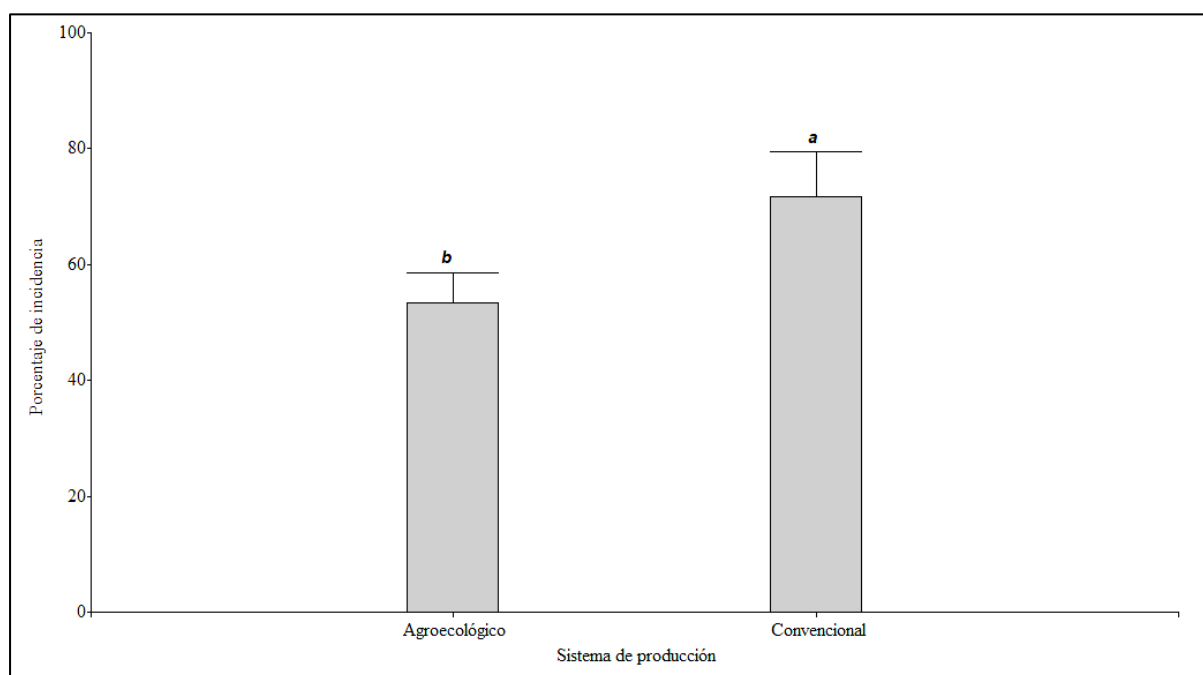


Los datos observados en la figura 37 evidencian que el sistema agroecológico posee una incidencia del 53.33%. Además, se observa que el sistema de manejo convencional con

respecto al agroecológico posee una diferencia significativa del 18.34%, atribuyéndole el mayor valor al sistema de manejo convencional.

Figura 35

Incidencia de Fusarium sp. con respecto al factor sistema de manejo agronómico en el cultivo de quinua



4.5.4 Severidad de *Fusarium sp.* (chupadera fungosa)

Los datos que muestra la tabla 54 indican que no existe una interacción entre los factores días después de la siembra y sistema de manejo agronómico para la variable severidad de chupadera fungosa en el cultivo de la quinua.

Tabla 50

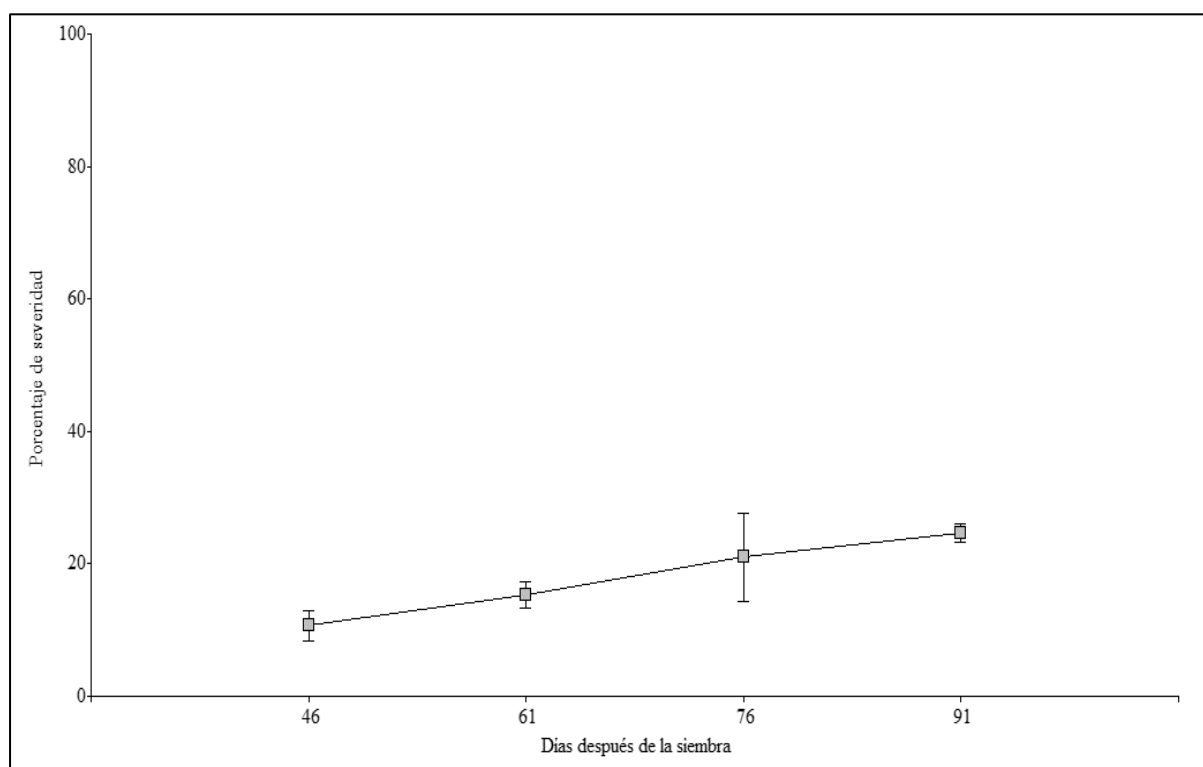
Severidad de Fusarium sp. en el cultivo de quinua

Fuentes de variación	Grados de libertad de las fuentes de variación	Grados de libertad del error experimental	Valor F	Valor P
Dds	3	14	22.82	<0.0001
Sistema	1	14	60.39	<0.0001
Dds:sistema	3	14	2.14	0.1410

Para la variable severidad de chupadera fungosa en el cultivo de la quinua con respecto al factor días después de la siembra se evidencia que en el día 46 existió una severidad del 10.67% e incrementó un total de 14% para el día 91, como se observa en la figura 38.

Figura 36

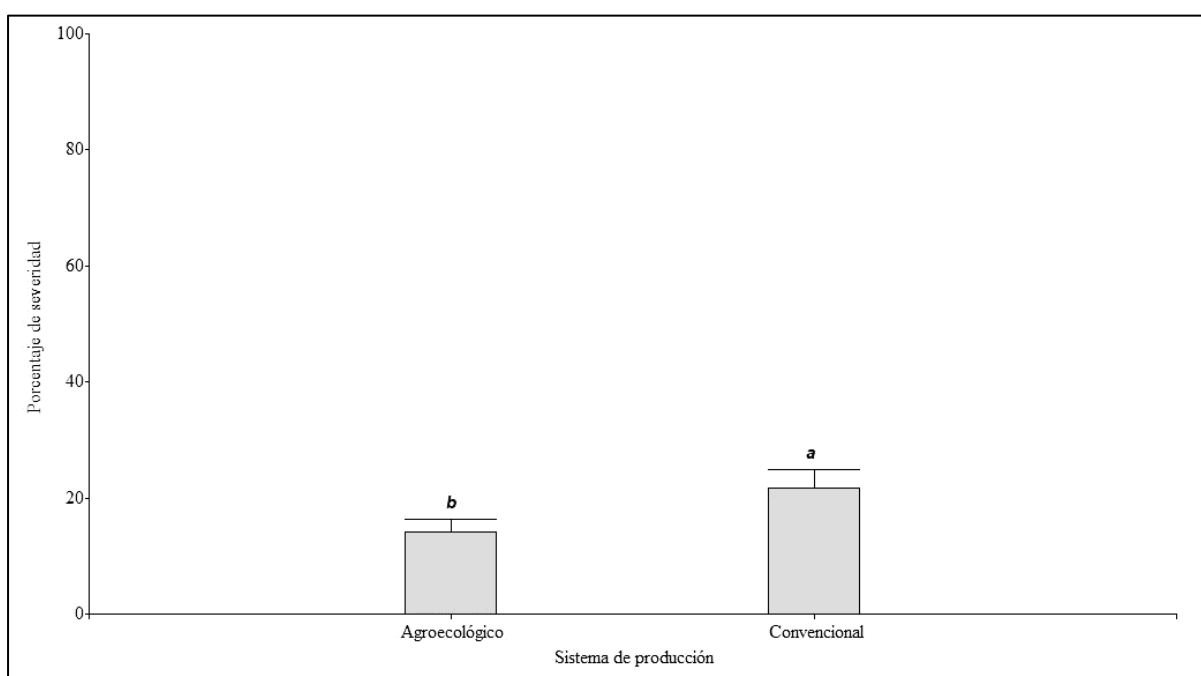
Severidad de Fusarium sp. en el cultivo de la quinua para el factor días después de la siembra



En la figura 39 se observa que el sistema agroecológico presentó una severidad del 14.17% para la enfermedad chupadera fungosa, con una diferencia significativa del 7.5% entre los dos sistemas de manejo agronómico, atribuyéndole el mayor valor de severidad al sistema de manejo convencional.

Figura 37

Severidad de Fusarium sp. en el cultivo de quinua para el factor sistema de manejo agronómico



Estos resultados permiten deducir que el margen multifuncional implementado está creando un microclima desfavorable para el desarrollo del hongo, con plantas que sirven como cubierta vegetal y contribuyen al desarrollo de hongos benéficos como lo indica Porcuna (s.f.) que atribuye a *Oxalis pes-caprae* L. (pasto agrio) un control eficaz en *Phytophthora* sp. (aguado

de los cítricos), al evitar salpicaduras de la lluvia sobre el suelo, evitando así la diseminación de esporas de este hongo.

Del mismo modo las plantas implementadas en la investigación podrían estar jugando un papel importante en el control de chupadera fungosa. Así mismo Achicanoy (2001) asevera que la implementación de barreras vivas es solo una estrategia de prevención, pero no influye directamente en el control de enfermedades. Sin embargo, en la presente investigación si se observan resultados favorables en el control de chupadera fungosa con 7.5% menos severidad que el manejo convencional.

Para un control agroecológico más eficaz Duñabeitia et al. (2007) indican que el uso de *Trichoderma* sp. porque es capaz de producir metabolitos antifúngicos y enzimas hidrolíticas que generan cambios estructurales a nivel celular en *Fusarium* sp. mismo que implementó en una investigación obteniendo como resultados un control del 70 a 80% en diferentes hongos patógenos. Así pues, si además de la implementación de un margen multifuncional el manejo integra bacterias benéficas se puede obtener mejores resultados de control porque, aunque el margen si ayudo a reducir los daños con la combinación de otras prácticas agroecológicas el nivel de eficiencia en control hubiese sobrepasado los niveles obtenidos.

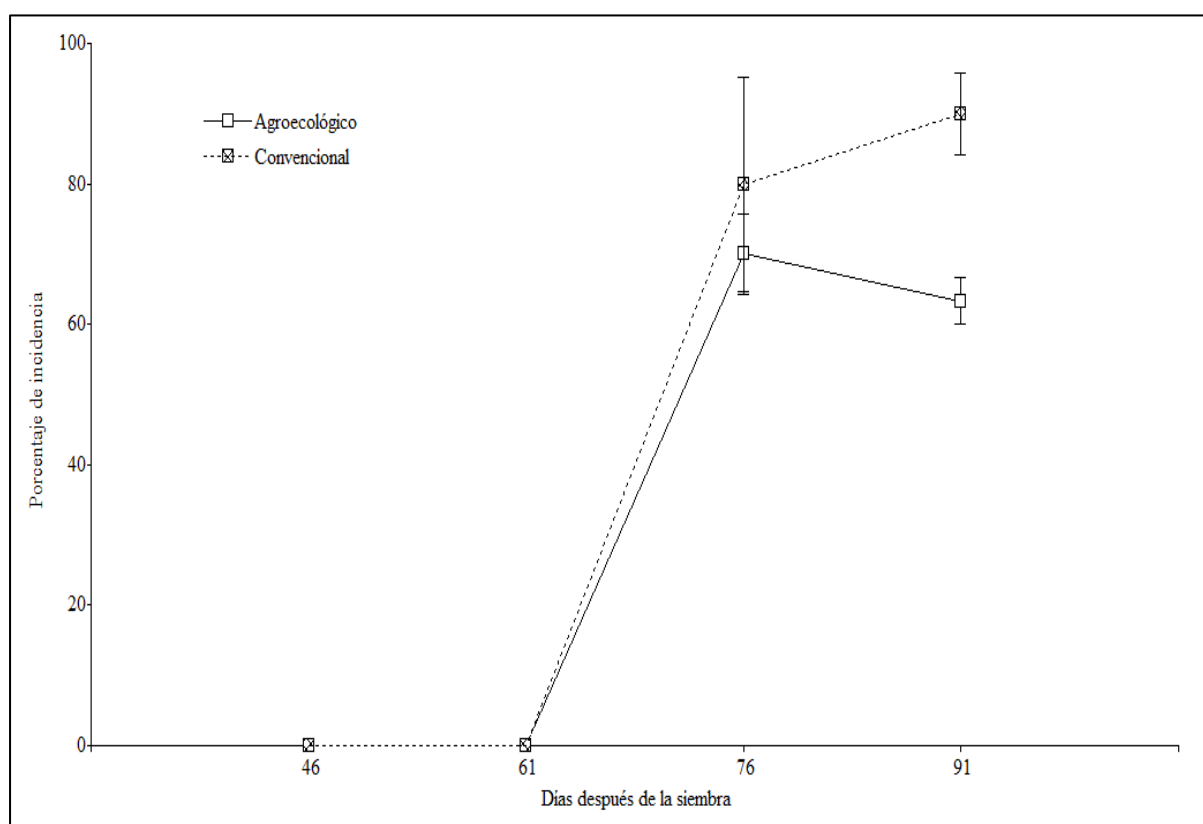
4.5.5 Incidencia de *Passalora dubia* R. (ojo de gallo)

Los resultados del análisis de varianza de los datos no paramétricos de la prueba de Friedman indica que existe interacción para el factor sistema de manejo agronómico y días después de la siembra con respecto a la variable incidencia ($t= 27.86$; $p= <0.0001$).

En la figura 40 se aprecia que desde el día 46 al 76 de monitoreo no existe diferencia significativa con valores nulos desde el día 46 al 61 pero del día 61 al 76 la incidencia de la enfermedad incrementó drásticamente en los dos sistemas de manejo agronómico, alcanzando un 70% en el sistema agroecológico, es decir que el sistema convencional obtuvo 10% más de incidencia a comparación con el sistema de manejo agronómico. A partir del día 76 al 91 en el sistema agroecológico se observa una diferencia significativa con una disminución del 6.67% por el contrario, el sistema de manejo convencional incrementa un 10% en comparación al valor presentado en el día 76 de monitoreo.

Figura 38

Incidencia de Passarola dubia R. en el cultivo de quinua, con respecto a los factores días después de la siembra y sistemas de cultivo

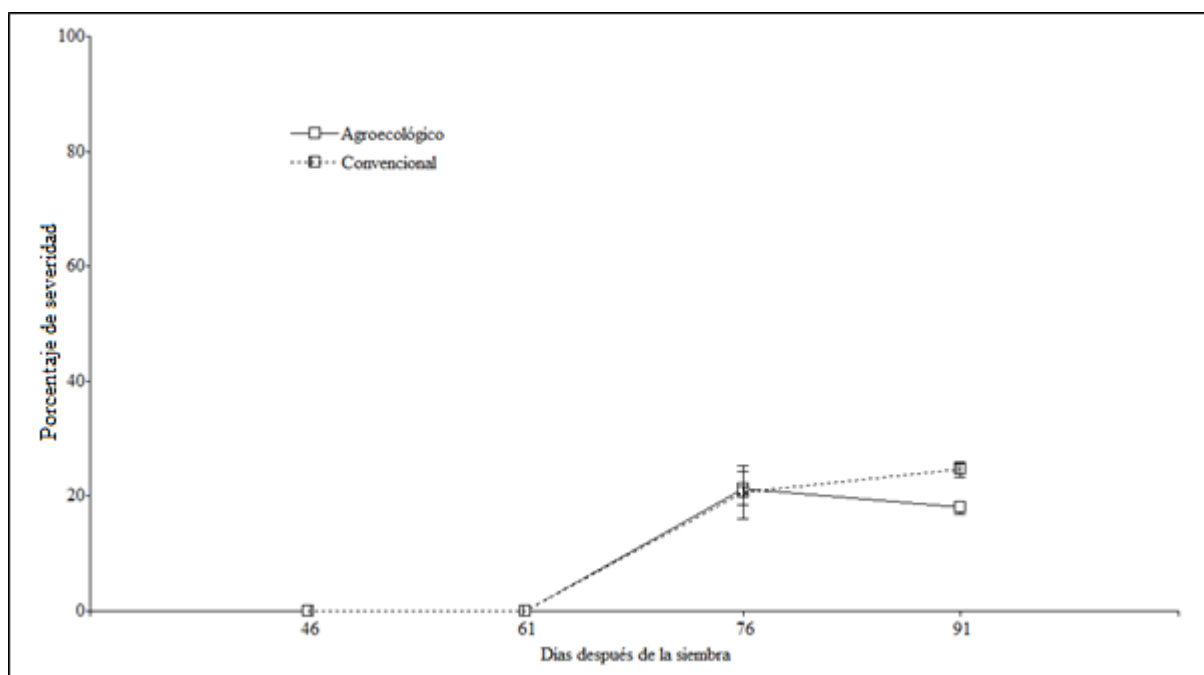


4.5.6 Severidad de *Passarola dubia* R. (ojo de gallo)

Los resultados del análisis de varianza de los datos no paramétricos de la prueba de Friedman muestran que existe interacción para el factor sistema de manejo agronómico y días después de la siembra con respecto a la variable severidad ($t= 22.00$; $p= <0.0001$). La severidad de ojo de gallo no presenta diferencias significativas en los 3 primeros monitoreos pero es importante destacar que desde los días 46 a 61 la severidad fue nula. A partir del día 61 al 76 se incrementa 20.67% en el sistema de manejo convencional y en el sistema agroecológico aumenta un 0.66% en comparación con el sistema convencional. Por el contrario, para el día 91 en el sistema de manejo agroecológico se observa una disminución del 3.33% y en el sistema de manejo convencional incrementa un 4%, con una diferencia significativa evidente como se observa en la figura 41.

Figura 39

*Severidad de *Passarola dubia* R. en el cultivo de quinua, con respecto a los factores días después de la siembra*



El Ministerio del Poder Ciudadano para la Educación (MINED, 2013) asevera que no es suficiente usar plantas nativas, además se debe implementar leguminosas (camote, espinaca, pepino) que por lo general poseen bacterias benéficas que contribuyen a fijar nitrógeno en el suelo. Pero, aunque no existieron las leguminosas antes mencionadas la presencia de fréjol alledaño al cultivo de quinua y la presencia de arvenses en el margen lograron disminuir la incidencia y severidad en el manejo agroecológico en comparación con el convencional.

El manejo agroecológico además de estar rodeado por un margen multifuncional también poseía arboles alledaños que proporcionaban sombra y ayudaban a retener la humedad, este factor pudo servir como controlador de enfermedades. Así mismo un estudio similar realizado en Oaxaca empleando cobertura arbórea demostró que el ojo de gallo se ve influenciada por los niveles de sombra existente, obteniendo resultado en sombras altas y medias una incidencia 20.2%, 19.8%, respectivamente, estos datos indican que la sombra es importante para el control de ojo de gallo (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria [SENASICA], 2016).

4.5.7 Incidencia de *Pseudomonas* sp. (bacteriosis)

De acuerdo con la prueba de Friedman's test de datos no paramétrico se demuestra que no existe una interacción entre los factores días después de la siembra y sistema de manejo agronómico ($t= 20.17$; $p= <0.9244$). No existe diferencia significativa para la variable incidencia de bacteriosis con respecto al factor sistema de cultivo ($t= 0.19$; $p= 0.6742$). En la tabla 55 se aprecia que no hay una diferencia significativa ya que el porcentaje de incidencia de bacteriosis fue similar en los dos sistemas de manejo agronómico otorgándole 34.17% de incidencia al manejo agroecológico y 1.66% más al manejo convencional.

Tabla 51

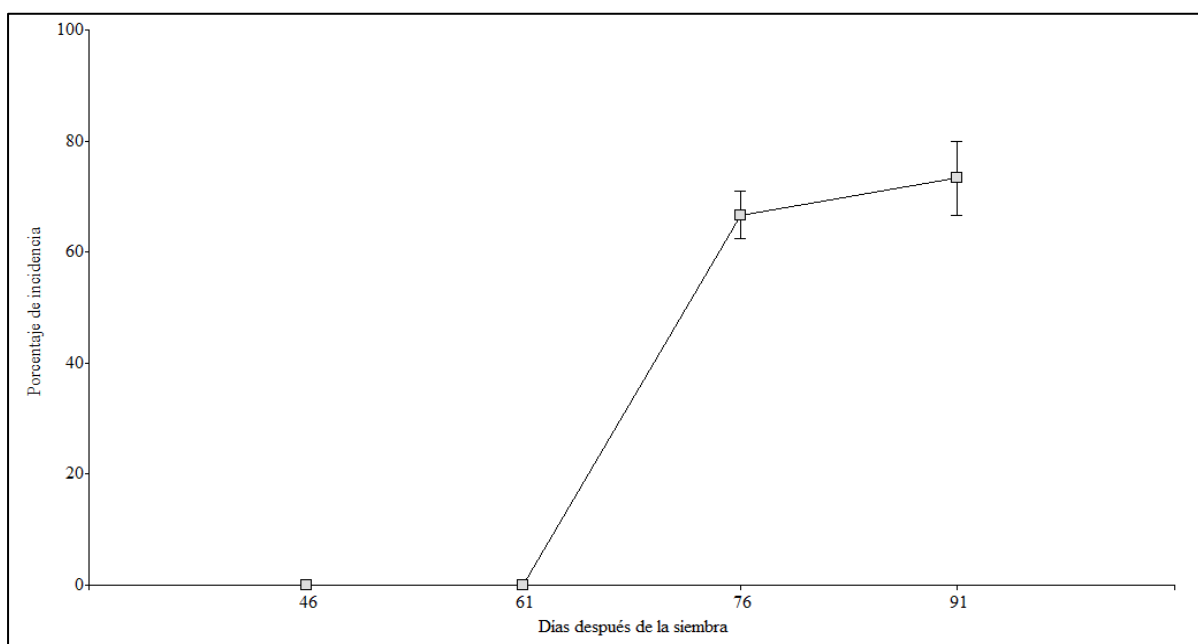
Incidencia de Pseudomonas sp. con respecto al factor sistema de manejo agronómico en el cultivo de quinua

Sistema	Media	Error de significancia
Agroecológico	34.17	10.76
Convencional	35.83	11.04

La prueba de Friedma's test para datos no paramétricos estableció que, si existe una diferencia significativa para la variable incidencia de bacteriosis con respecto al factor días después de la siembra. ($t= 49.83$; $p= <0.0001$). En la figura 42 se aprecia que en el día 46 al día 61 de monitoreo la incidencia de bacteriosis fue nula, pero para el día 76 ascendió considerablemente alcanzando casi el 70% y aumento un 6.66 % para el día 91.

Figura 40

Incidencia de Pseudomonas sp. con respecto al factor días después de la siembra en el cultivo de quinua

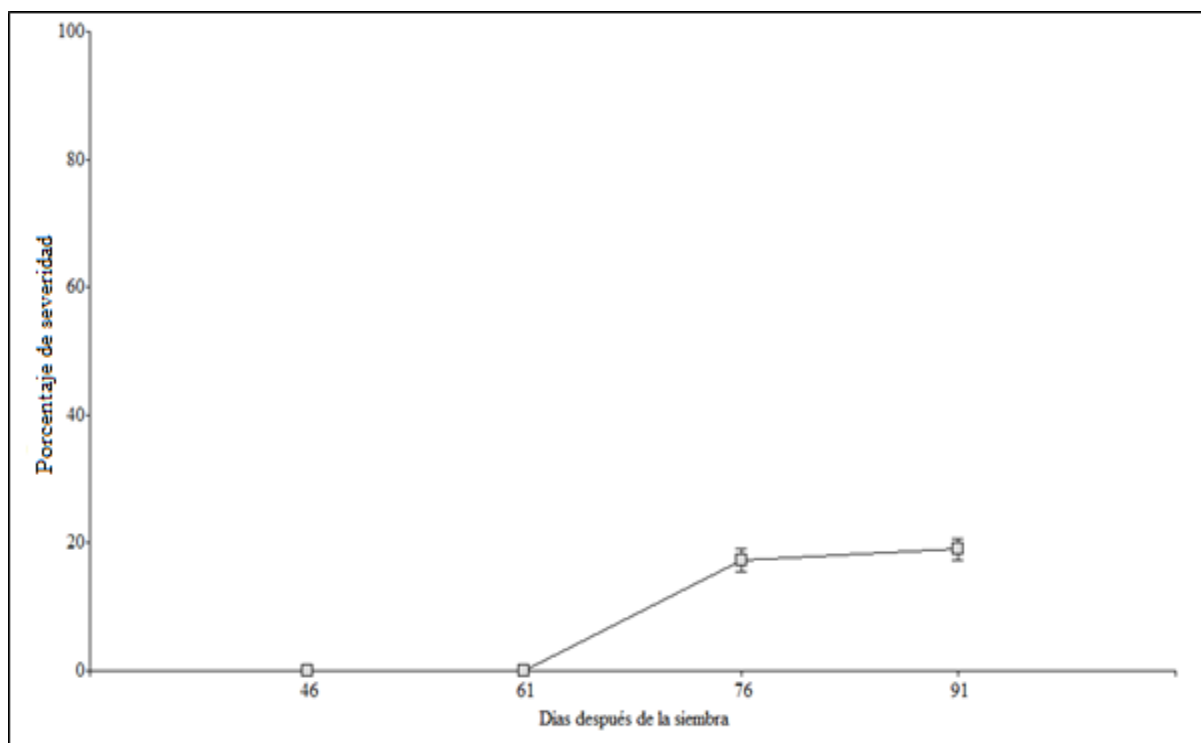


4.5.8 Severidad de *Pseudomonas sp.* (bacteriosis)

El análisis de la prueba Friedman muestra que no existe interacción entre los factores días después de la siembra y sistema de manejo agronómico para la variable incidencia ($t=21.67$; $p= <0.8490$). Los resultados indican que existe una diferencia significativa para el factor días después de la siembra con respecto a la variable severidad de *Pseudomonas sp.* M. (bacteriosis) en el cultivo de quinua ($t= 85.00$; $p= <0.0001$). La figura 43 muestra que la severidad de bacteriosis se refleja a partir del día 61 al 76 alcanzando casi el 20% y se incrementa un 2.33% desde el día 76 al día 91.

Figura 41

Severidad de Pseudomonas sp. con respecto al factor días después de la siembra en el cultivo de quinua



La prueba de Friedman muestra que no existe diferencia significativa para el factor sistema de manejo agronómico con respecto a la variable severidad de bacteriosis ($t= 0.0$; $p= >0.9999$). En la tabla 56 se evidencia que los valores de severidad son similares para los dos sistemas, sin embargo, en este caso el sistema de manejo agronómico posee mayor valor que el manejo convencional.

Tabla 52

Severidad de Pseudomonas sp. con respecto al factor sistema de manejo agronómico en el cultivo de quinua

Sistema	Media	Error de significancia
Agroecológico	9.17	2.95
Convencional	9.00	2.80

En base a los resultados obtenidos y de acuerdo con lo mencionado por Van-Driesche et al. (2007) alegan que hongos benéficos como *Bacillus thuringensis* B. habitan en hojarasca producida por la vegetación aledaña o dentro de heces de insectos y son bacterias que contribuyen reducir los daños por *Pseudomonas* sp. M. en los cultivos. Por el contrario, en la presente investigación el daño fue mayor en el manejo agroecológico, pero con un valor muy bajo, es decir, aunque el margen multifuncional no controló totalmente la enfermedad si contribuyó a que los daños por esta no sean significativos. El estudio realizado indicó que el manejo agronómico es un factor importante para disminuir la incidencia de daño de bacteriosis, así como lo indica Garcés y Melo (2009) quienes afirman que una medida de prevención para disminuir los daños de la enfermedad es la rotación de cultivos, porque la enfermedad es capaz de sobrevivir hasta 60 días en la rizosfera, además también se deben eliminar las plantas infectadas.

4.6 Rendimiento en kg/ha en el cultivo de quinua

En la tabla 57 del análisis de varianza para la variable rendimiento con respecto al factor sistema muestra que existe diferencia significativa ($f= 4.99$; $gl =1,2$; $p= 0.0352$).

Tabla 53

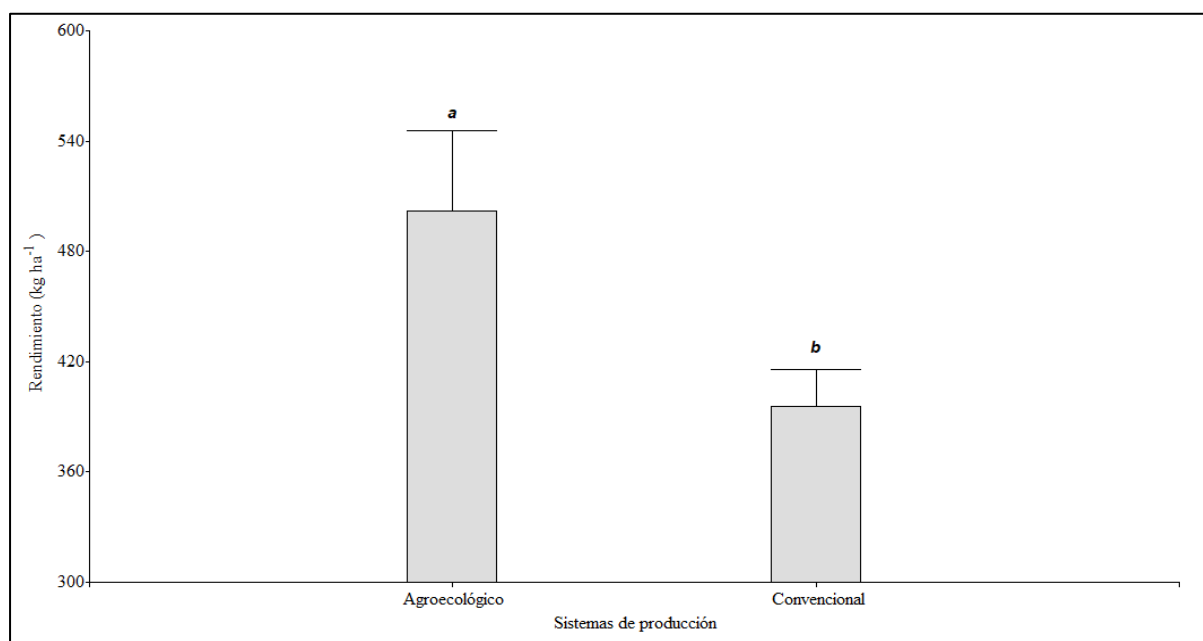
Análisis de varianza para la variable rendimiento en el cultivo de quinua

Fuente de variación	Grados de libertad de las fuentes de variación	Grados de libertad del error experimental	Valor F	Valor P
Sistema	1	2	4.99	0.0352

En el gráfico 44 se observa que la diferencia significativa entre los dos sistemas de manejo agronómico con 106.83 kg/ha, el mayor rendimiento se le atribuyó al sistema de manejo agronómico.

Figura 42

Rendimiento en Kg/ha en el cultivo de quinua



El sistema de manejo agroecológico mostro un comportamiento positivo en cuanto a rendimiento. Estos datos difieren de una investigación realizada por Pinedo et al. (2018) quienes implementaron 4 sistemas de manejo (tradicional, orgánico, mixto y convencional) y evaluó la rentabilidad con valores 2.67, 2.90, 2.84 y 3.00% respectivamente, con mejores resultados en el manejo convencional.

Así mismo determinó el ingreso neto mensual con valores de 1.25, 2.90, 2.84 y 2.12 USD respectivamente, el orgánico arrojó el valor más alto de ingreso y esto surgió porque la inversión en insumos y mano de obra fue menor en dicho sistema por ello generó mayor ganancia a la cosecha. Así mismo en la presente investigación los insumos empleados en el manejo agroecológico fueron menos costosos aseverando que es más rentable emplear insumos orgánicos

El mismo autor señaló que por el contrario el manejo orgánico y mixto obtuvieron resultados favorables en el aumento de biodiversidad con 3.01 y 2.67% respectivamente, del mismo modo para la conservación de vida del suelo con un 3.75 y 3.69% correspondientemente. De ahí la importancia del manejo agroecológico porque es menos costoso y mejora la calidad de microfauna presente.

4.7 Plagas en el cultivo de Trigo

4.7.1 Incidencia y severidad de plagas en el cultivo de trigo

Para determinar la incidencia y severidad de la plaga presente en el cultivo de trigo se empleó el análisis de varianza con la prueba de Fisher al 5%. Los resultados se detallan a continuación.

4.7.2 Incidencia de *Myzus persicae* S. (pulgón)

En la tabla 58 del análisis de varianza para la variable incidencia de pulgón en el cultivo de trigo indica que no existe interacción entre los días después de la siembra y los sistemas de manejo agronómico ($f= 0.13$; $gl= 3,14$; $p= 0.9429$). Por el contrario, si existe diferencia significativa con respecto al factor sistema ($f= 7.76$; $gl= 1,14$; $p= 0.0146$) independientemente de los días después de la siembra. Cabe mencionar que no existe diferencia significativa para el factor días después de la siembra ($f= 1.51$; $gl= 3,14$; $p=0.2564$) independientemente del sistema de manejo agronómico.

Tabla 54

Análisis de varianza de la incidencia de Myzus persicae S. en el cultivo de trigo

Fuentes de variación	Grados de libertad de las fuentes de variación	Grados de libertad del error experimental	Valor P	Valor P
Dds	3	14	1.51	0.2564
Sistema	1	14	7.76	0.0146
Dds:sistema	3	14	0.13	0.9429

En la tabla 59 se observa que no existe diferencia significativa, pero es importante mencionar que del día 46 al 91 la incidencia de pulgón disminuyó progresivamente hasta alcanzar un 13.33%.

Tabla 55

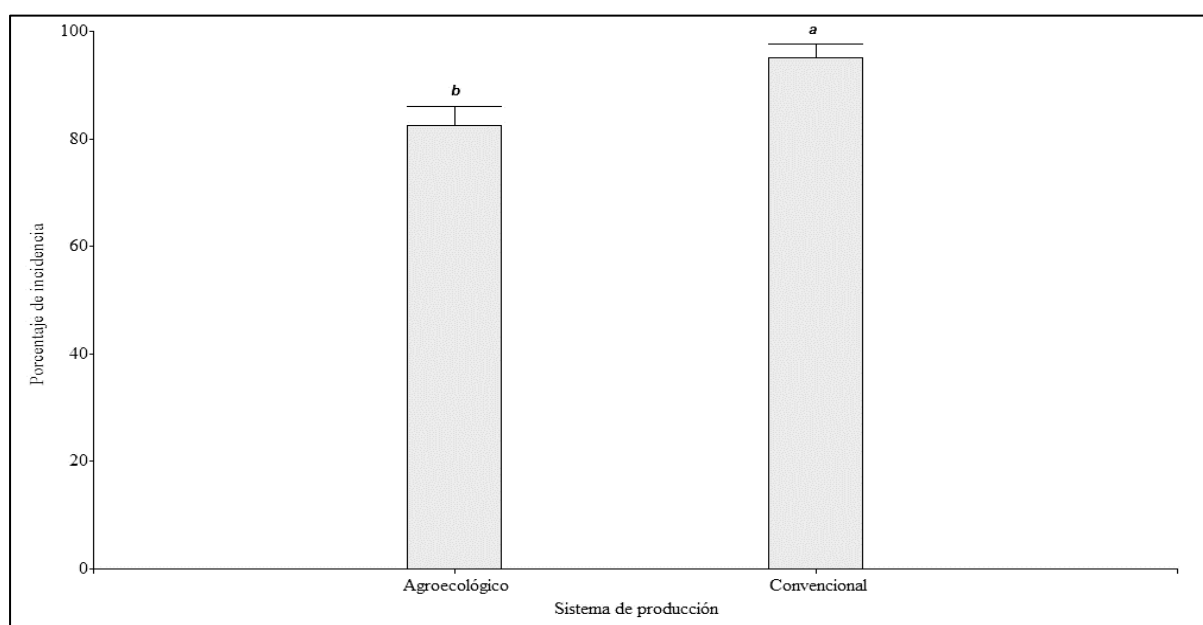
Incidencia de Myzus persicae S. en el cultivo de trigo con respecto a la variable días después de la siembra

Días después de la siembra	Media	±Error de significancia
46	95.00	±5.00A
61	88.33	±4.01A
76	90.00	±4.47A
91	81.67	±6.01A

La figura 45 se demuestra una diferencia significativa porque el sistema agroecológico posee un 12.5% menos incidencia de *Myzus persicae* S. que el sistema convencional, dando como resultado que las plantas arvenses si contribuyen a disminuir la presencia de pulgón en el trigo.

Figura 43

Incidencia de Myzus persicae S. en el cultivo de trigo con respecto al sistema de manejo agronómico



4.7.3 Severidad de *Myzus persicae* S. (pulgón)

La tabla 60 de análisis de varianza de la severidad de *Myzus persicae* S., (pulgón) en el cultivo de trigo muestra que no existe interacción entre los días después de la siembra y el sistema de cultivo ($f= 1.95$; $gl= 3,14$; $p= 0.1677$). Por el contrario, si existe diferencia significativa en el factor sistema de manejo agronómico ($f= 65.45$; $gl=1,14$; $p= <0.0001$) independientemente de los días después de la siembra, también existe diferencia significativa

en el factor días después de la siembra ($f= 5.39$; $gl= 3,14$; $p= 0.0112$) independientemente del factor sistema de manejo agronómico.

Tabla 56

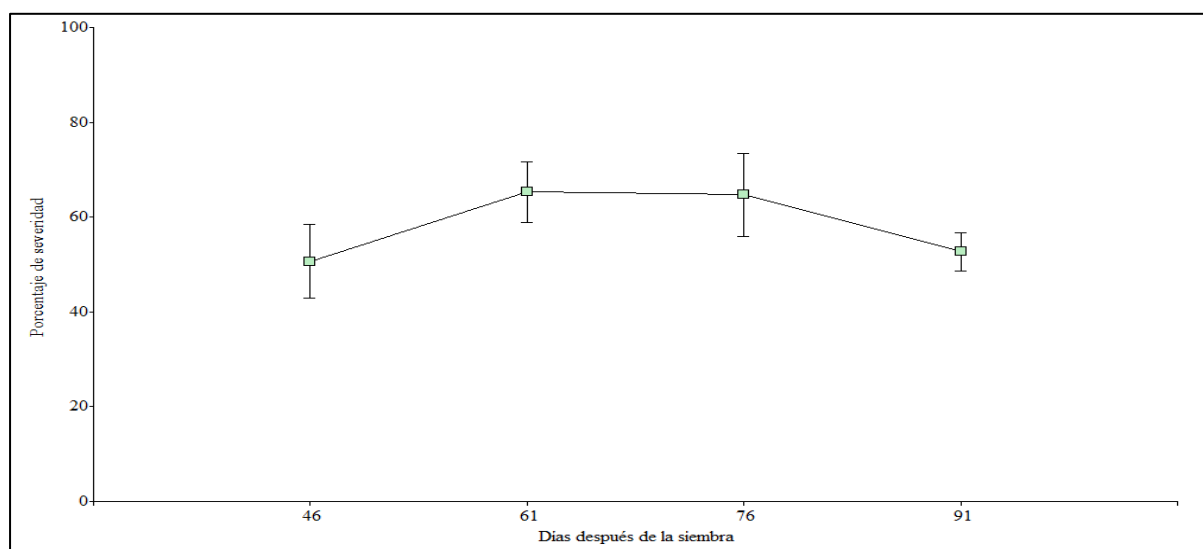
Análisis de varianza de Myzus persicae S. en el cultivo de trigo

Fuente de variación	Grados de libertad de la fuente de variación	Grados de libertad del error experimental	Valor F	Valor P
Dds	3	14	5.39	0.0112
Sistema	1	14	65.45	<0.0001
Dds:sistema	3	14	1.95	0.1677

La figura 46 refleja que los valores de severidad en el día 46 y 91 son similares demostrando que no existe diferencia significativa, al igual que en los días 61 y 76. También es importante destacar que la severidad de pulgón tiene un ascenso del 14.66% desde el día 46 al 61 de los monitoreos realizados, pero sufre un descenso del 12.66% desde el día 61 al día 91 del monitoreo.

Figura 44

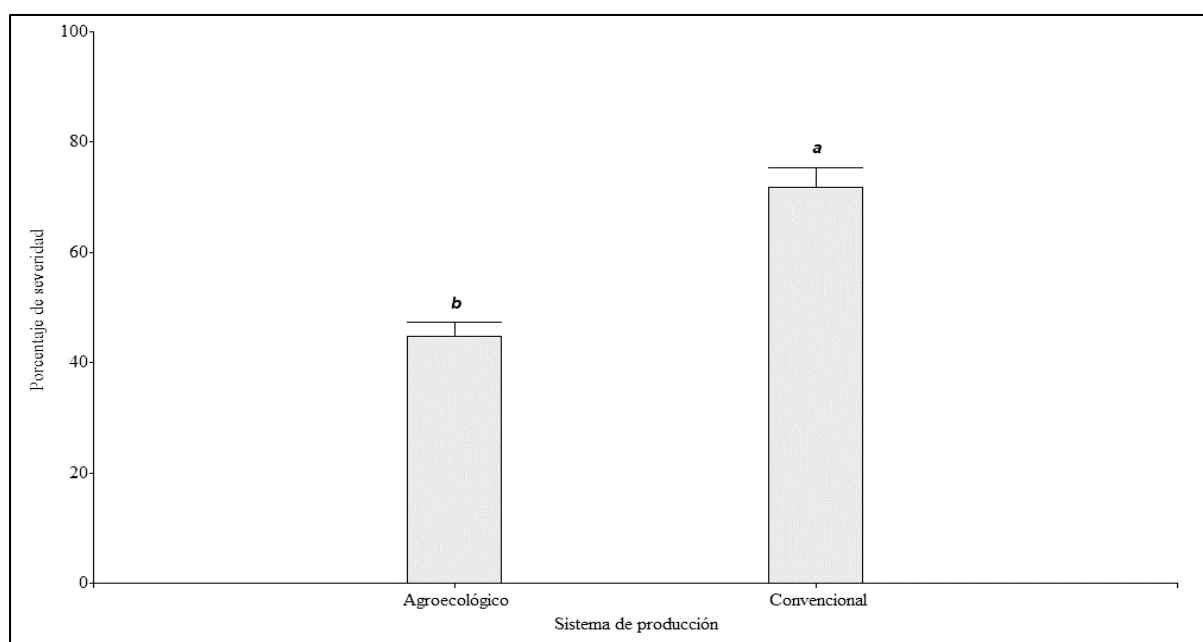
Severidad de Myzus persicae S. en el cultivo de trigo con respecto a los días después de la siembra



Estos datos concuerdan con lo mencionado por Nicholls (2008a) quien indica que el incremento de diversidad de plantas dentro de un cultivo facilita el control biológico, como el caso de la flor *Phaselia* sp. (faselia) que es capaz de incrementar la población de parasitoides en un 70%, por su alta capacidad de producción de néctar, mismo que sirve como alimento ocasional de insectos benéficos. Esta afirmación propone que la inclusión de especies vegetales productoras de polen como el *Lupinus pubescens* B. (chocho silvestre) y *Fuertesimalva limensis* F. (malva) presentes en el margen multifuncional contribuye a mejorar el ecosistema para la aparición de enemigos naturales porque las condiciones son favorables para su desarrollo y reproducción dado que estas plantas también producen gran cantidad de polen y poseen flores llamativas para insectos benéficos. En la figura 47 se observa que existe una diferencia significativa del 27% entre el sistema de manejo convencional con respecto al sistema de manejo agronómico.

Figura 45

Severidad de Myzus persicae S. en el cultivo de trigo con respecto al sistema de manejo agronómico



Un estudio similar realizado por Tarango et al (2013) demostró que especies como (*Trifolium incarnatum* L.) (trébol), (*Ammi visnaga* L.) picadiente y (*Brassica napus* L.) canola al ser distribuidas entre hileras y bordes cercanos a nogaleras sirven como refugio de catarinas (*Hippodamia convergens* G.) mismas que actúan como enemigos naturales de áfidos y disminuyen la población de esta plaga significativamente ya que estos insectos se ven atraídos por plantas con olores llamativos como el caso de la mosquera (*Dittrichia viscosa* L.) y matico (*Piper aduncum* L que fueron distribuidos en el margen multifuncional. Por tanto, el uso de este tipo de plantas si ayudo a atraer insectos benéficos para el control de plagas obteniendo una disminución de casi el 30 % de severidad en comparación con el manejo convencional que sobrepaso el 50% de daño.

Otro estudio realizado por Andorno et al. (2014) muestra que el uso de plantas banco (avena) infestadas con parasitoide de *Rhopalosipum padi* L. (pulgón de la avena) para el control de pulgón en rúcula y pimiento obtuvo una eficiencia de parasitismo del 51%, proponiendo así alternativas de manejo agroecológico usando otras especies vegetales juntamente con las ya implementadas pueden servir como atrayentes de insectos parasitoides que ayuden a disminuir los daños ocasionados por pulgón.

De acuerdo con Altieri y Schmidt (1986) en el norte de California se implementaron huertos de manzana rodeados por una matriz vegetal nativa de la zona y otro huerto manejado comercialmente. En el estudio se evidenció un considerable intercambio de artrópodos en los bordes de vegetación nativa y los manzanos, el cambio más notable fue la disminución de colonias de pulgones (*Myzus persicae* S.) de manzana rosada al igual que en el presente estudio

donde se determinó que el menor daño ocasionado por pulgón se dio en el manejo agroecológico rodeado por el margen multifuncional con plantas arvenses nativas.

4.8 Enfermedades en el cultivo de trigo

4.8.1 Incidencia de *Puccinia triticina* E. (roya de la hoja)

En la tabla 61 correspondiente al análisis de medias LSD de Fisher al 5% para la variable incidencia de *Puccinia triticina* (roya de la hoja) indica que si existe una interacción entre los factores días después de la siembra y sistema de manejo agronómico ($f= 3.97\%$; $gl= 3,14$; $p= 0.0306$).

Tabla 57

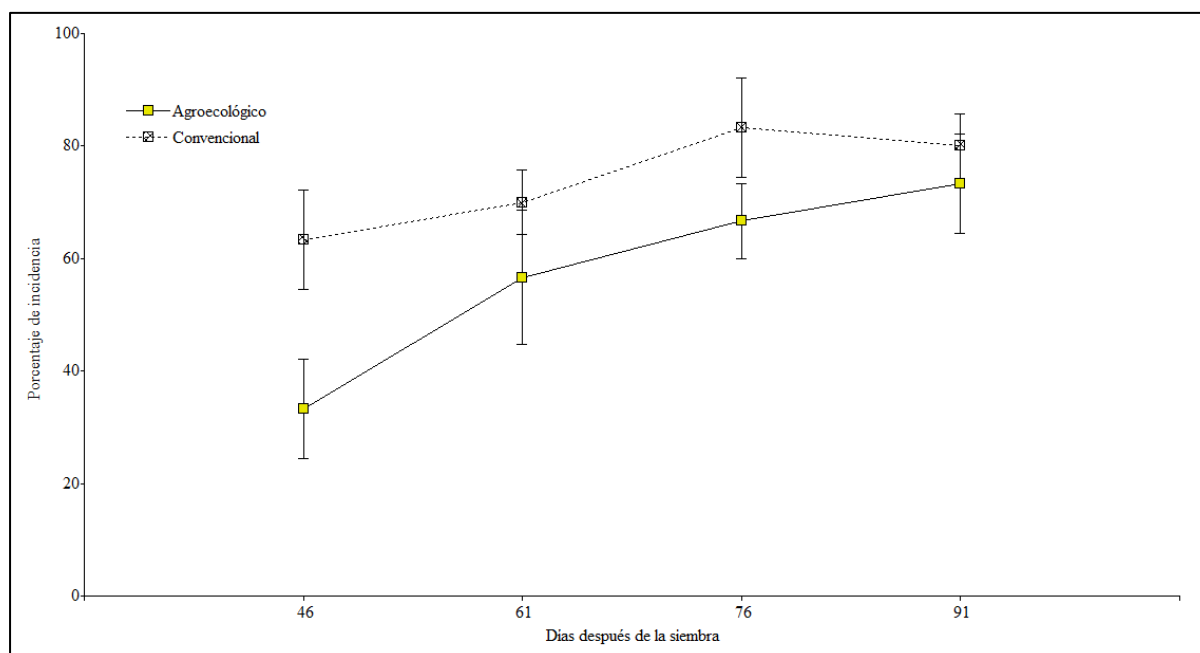
Análisis de varianza para la variable incidencia de Puccinia triticina E. en el cultivo de trigo

Fuentes de variación	Grados de libertad de las fuentes de variación	Grados de libertad del error experimental	Valor F	Valor P
Dds	3	14	32.89	<0.0001
Sistema	1	14	53.65	<0.0001
Dds:sistema	3	14	3.97	0.0306

De acuerdo con la figura 48 el sistema convencional posee 30% más incidencia que el manejo agronómico en el día 46 de monitoreo y continúa incrementando, en el caso del manejo agroecológico aumenta hasta llegar casi al 75% de severidad, pero en el caso del sistema convencional la incidencia alcanza su máximo daño al día 76, con casi el 85% y disminuye un 3.33% para el día 91.

Figura 46

Incidencia de Puccinia triticina E. en el cultivo de trigo



4.8.2 *Puccinia triticina E. (roya de la hoja)*

La tabla 62 de análisis de varianza para la variable *Puccinia triticina* (roya de la hoja) muestra que existe interacción entre los factores días después de la siembra y sistema de manejo agronómico ($f= 11.53$; $gl=3,14$; $p= 0.0004$).

Tabla 58

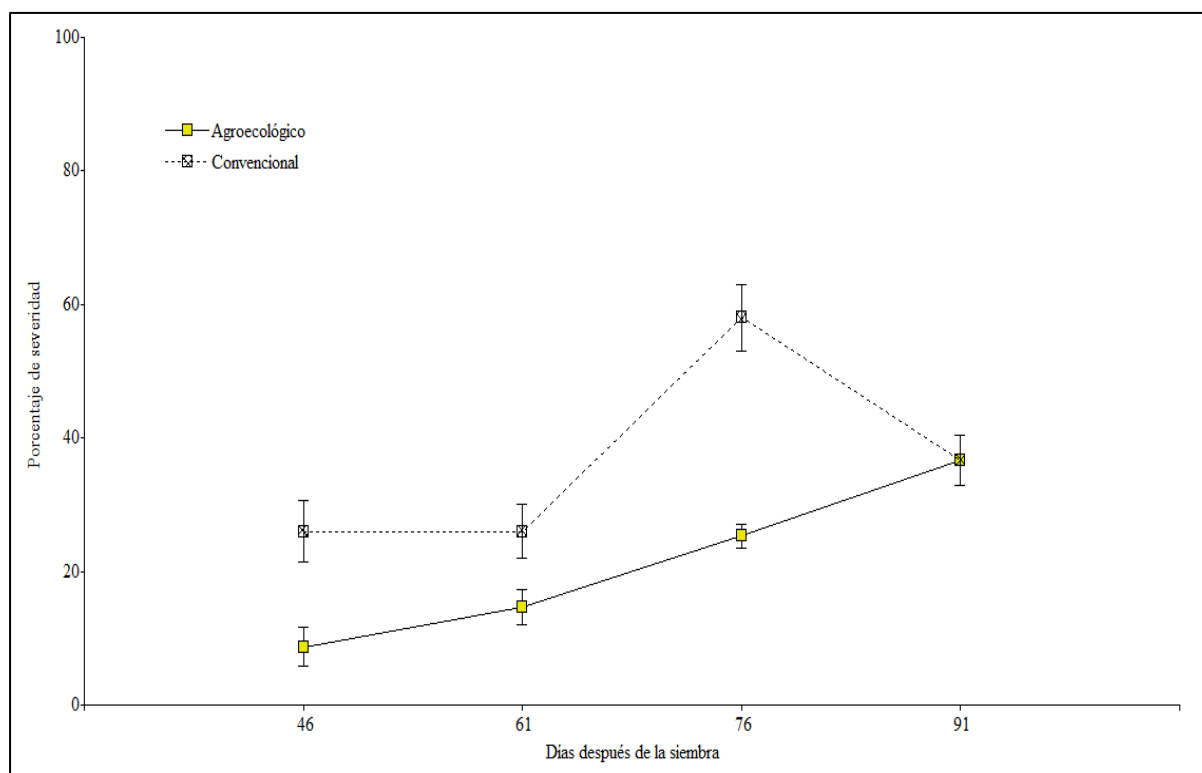
Análisis de varianza para la variable severidad de Puccinia triticina E. en el cultivo de trigo

Fuentes de variación	Grados de libertad de las fuentes de variación	Grados de libertad del error experimental	Valor F	Valor P
Dds	3	14	35.73	<0.0001
Sistema	1	14	58.55	<0.0001
Dds:sistema	3	14	11.53	0.0004

La figura 49 muestra que en el manejo agroecológico se observa una diferencia significativa en los 4 monitoreos realizados, por el contrario, en el manejo convencional durante los 2 primeros monitoreos no existe diferencia significativa sin embargo la diferencia es significativa en el día 76 de monitoreo y deja de ser significativa en el día 91 para los dos sistemas de manejo agronómico. el comportamiento de *Puccinia triticina* E. (roya de la hoja) incrementa progresivamente en el sistema de manejo agroecológico aumentando alrededor del 10% en cada monitoreo alcanzando un valor total de 28% desde el día 46 al día 91 de monitoreo.

Figura 47

Severidad de Puccinia triticina E. en el cultivo de trigo



Para el caso del manejo convencional tiene un comportamiento totalmente diferente, desde el día 46 al 61 la severidad se mantiene constante rondando en un valor de 26% y para

el día 76 se incrementa drásticamente pues el alza fue de 32% para finalmente disminuir en el día 91 alcanzando un 21.33%.

Gutiérrez et al. (2008) señala que el comportamiento de plagas y enfermedades está determinado por el nivel de interacción de los factores bióticos y abióticos presentes (cultivos, suelos, insectos, malezas), es decir que la incidencia y severidad de la roya se vio influenciado por la presencia de plantas nativas de la zona, mismas que causaron efectos positivos en el control de la enfermedad. Por otra parte, Acevedo et al. (2011) indica que la combinación y rotación de cultivos permite romper el ciclo de algunas enfermedades y aumentar la disponibilidad de nutrientes en el suelo.

Bettiol et al. (2014) proponen para un buen control de enfermedades en cereales es conveniente mantener rastrojos como cobertura del suelo porque esto contribuye a mejorar el microclima para hongos benéficos como *Trichoderma harzianum* R., *Penicillium purpurogenum* S., *Gliocladium roseum* F. y bacterias como *Bacillus* sp, E., mismos que ayudan a controlar ataque de hongos y bacterias perjudiciales para los cereales.

De ahí la importancia de mantener un agroecosistema diversificado capaz de generar sinergismos entre todos sus elementos para disminuir el daño por enfermedades como en el caso de la presente investigación donde se asociaron diferentes cultivos y también se emplearon arvenses nativas que favorecieron la disminución de daños por esta enfermedad.

4.8.3 Incidencia de *Puccinia graminis* P. (roya del tallo)

La tabla 63 del análisis de varianza para la variable incidencia de *Puccinia graminis* (roya del tallo) muestra que no existe interacción entre los días después de la siembra y el sistema de manejo agronómico ($f= 0.75$; $gl=3,14$; $p=0.5378$).

Por el contrario, para el factor sistema si existe diferencia significativa ($f=34.88$; $gl=1,14$; $p<0.0001$) al igual que para el factor días después de la siembra que también muestra una diferencia significativa ($f=5.55$; $gl=3,14$; $p=0.0101$).

Tabla 59

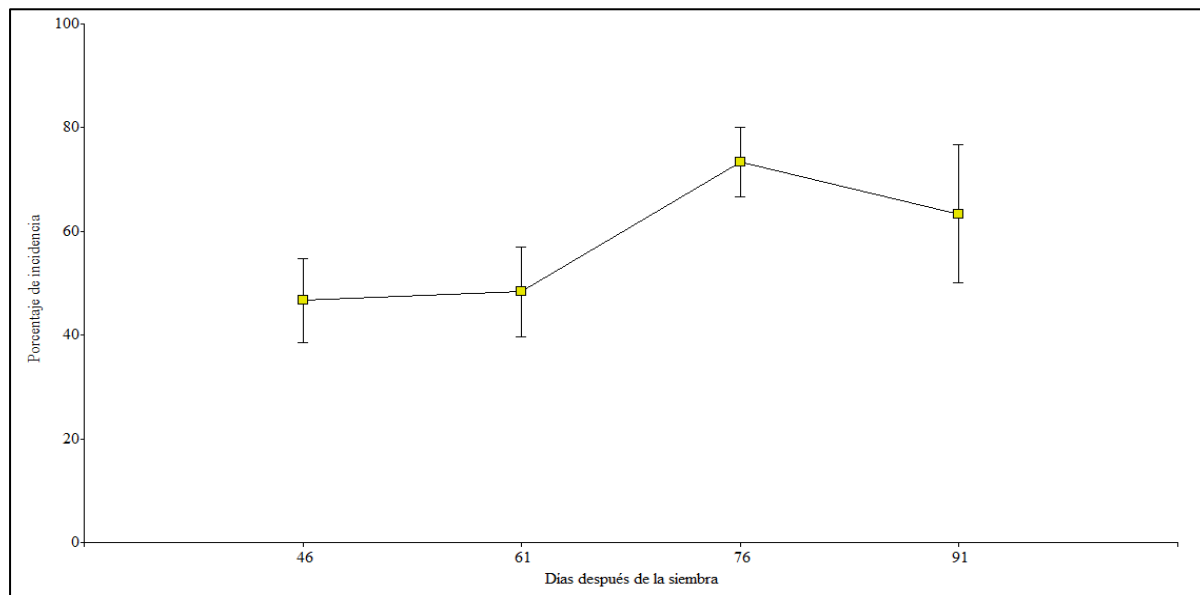
Análisis de varianza para la variable incidencia de Puccinia graminis P. en el cultivo de trigo

Fuentes de variación	Grados de libertad de las fuentes de variación	Grados de libertad del error experimental	Valor F	Valor P
Dds	3	14	5.55	0.0101
Sistema	1	14	34.88	<0.0001
Dds:sistema	3	14	0.75	0.5378

De acuerdo con la figura 50 no se observa una diferencia significativa en los primeros monitoreos porque la roya del tallo muestra una tendencia similar desde el día 46 al 61, incrementando solo 1.66% pero para el día 76 la diferencia es significativa aumentando 25% y al día 91 disminuye un 10%.

Figura 48

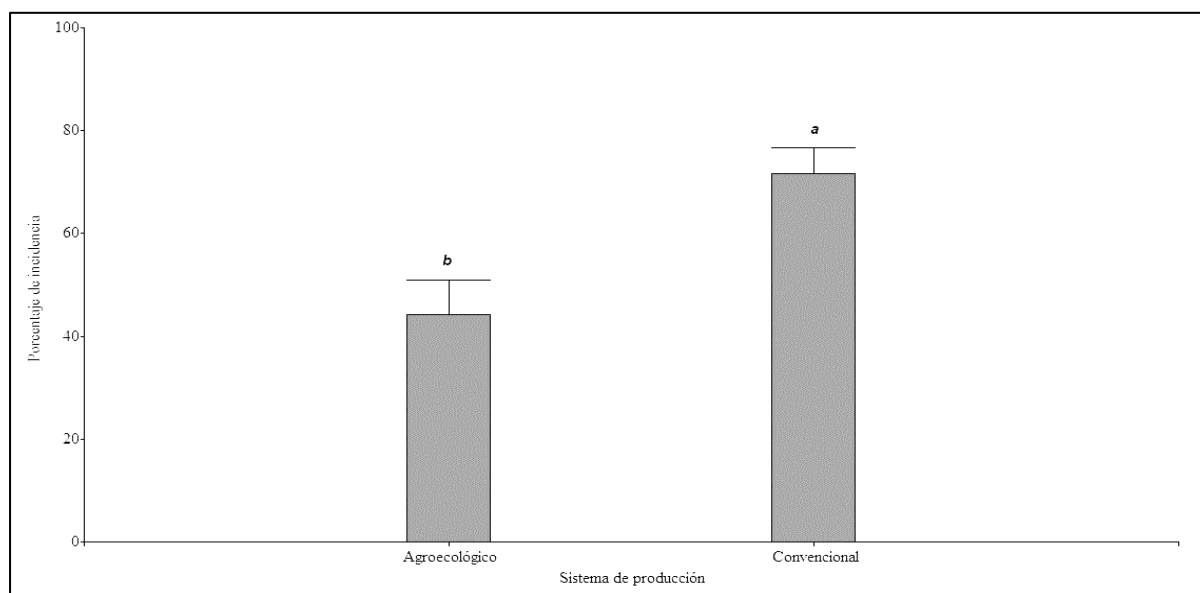
Incidencia de Puccinia graminis P. (roya del tallo) con respecto al factor días después de la siembra



La figura 51 muestra una diferencia significativa del 27.5% para la variable incidencia de roya del tallo, otorgando el porcentaje más alto en el manejo convencional.

Figura 49

Incidencia de Puccinia graminis P. (roya del tallo) con respecto al factor sistema de manejo agronómico



4.8.4 Severidad de *Puccinia graminis* P. (roya del tallo)

El análisis de varianza para la variable severidad de roya del tallo presente en la tabla 64 se observa que no existe una interacción entre los factores días después de la siembra y sistema de manejo agronómico ($f=2.49$; $gl=3,14$; $p=0.1031$).

Por el contrario, para el factor sistema se observa una diferencia significativa ($f=56.34$; $gl=1,14$; $p<0.0001$) de igual forma una diferencia significativa para el factor días después de la siembra ($f=15.49$; $gl=3,14$; $p=0.0001$).

Tabla 60

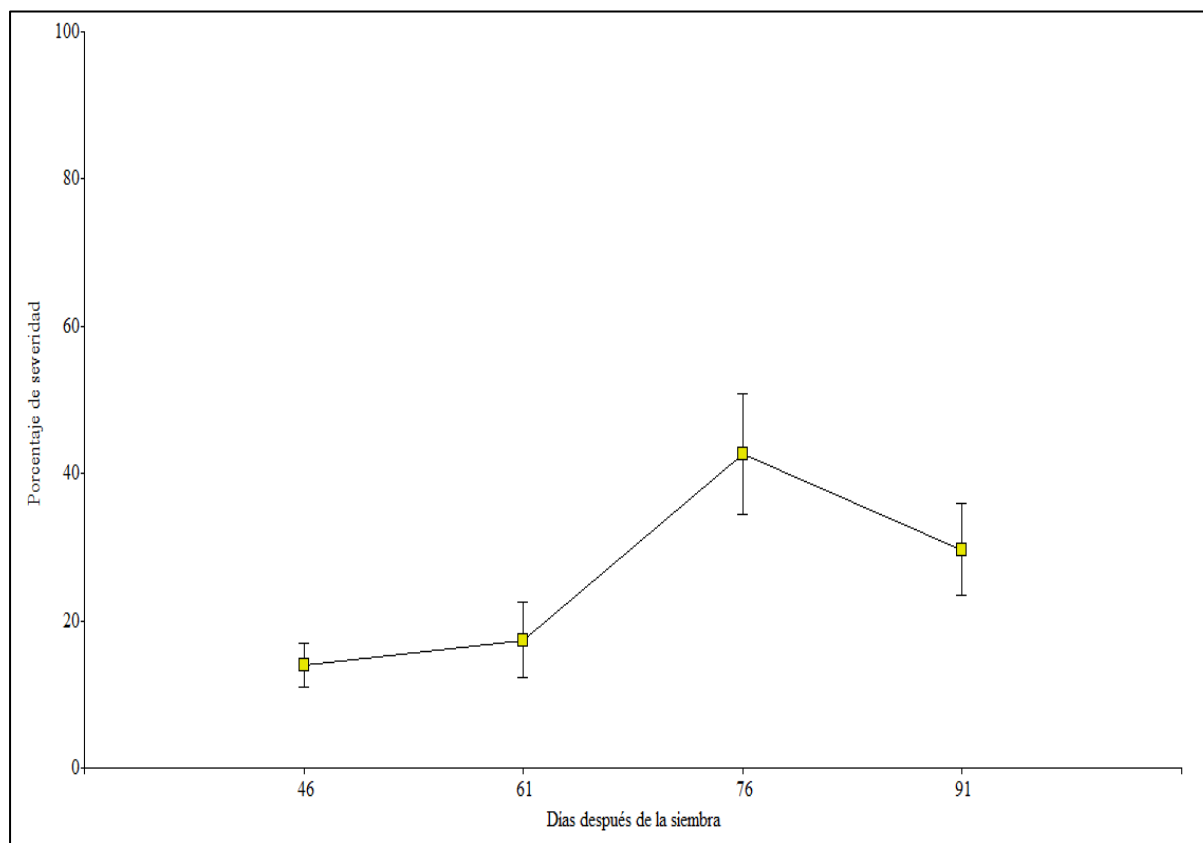
Análisis de varianza para la variable severidad de Puccinia graminis P. (roya del tallo)

Fuentes de variación	Grados de libertad de las fuentes de variación	Grados de libertad del error experimental	Valor F	Valor P
Dds	3	14	15.49	0.0001
Sistema	1	14	56.34	<0.0001
Dds:sistema	3	14	2.49	0.1031

De acuerdo con los datos del análisis de varianza presente en la figura 52 no se observa una diferencia significativa entre en día 46 y 61 de monitoreo con una severidad asciende solo 3% pero desde el día 61 al 76 la diferencia ya es significativa pues su incremento es de un 25.34%, sin embargo, al llegar al día 91 sus valores se redujeron hasta alcanzar un 13%.

Figura 50

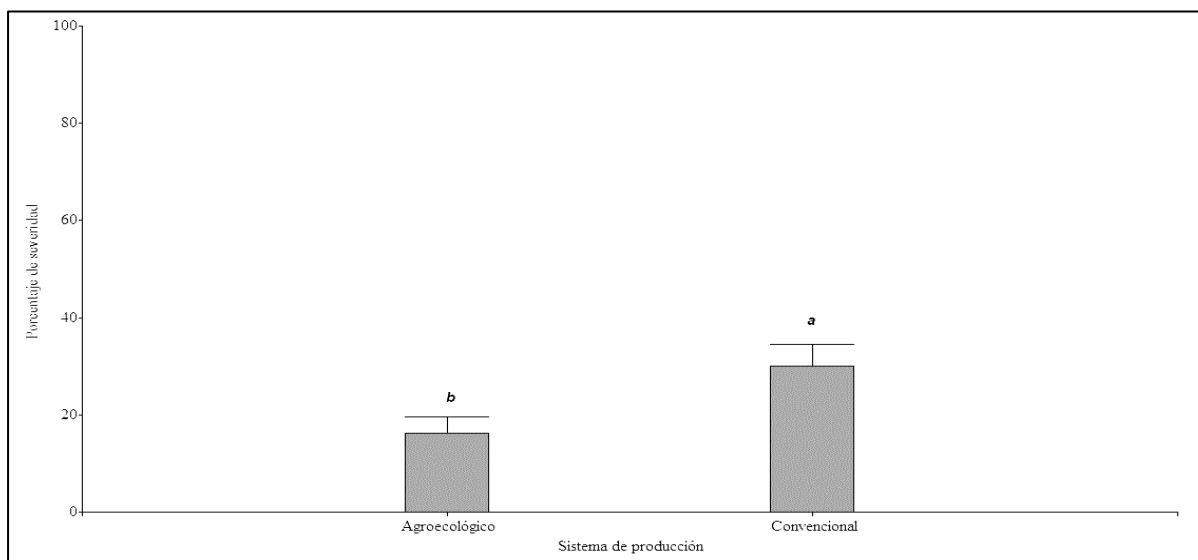
Severidad de Puccinia graminis P. con respecto al factor días después de la siembra en el cultivo de trigo



Para la severidad de roya del tallo con respecto al factor sistema de manejo la diferencia significativa es del 20.83%, los datos observados demuestran que el manejo agroecológico contó con un valor menor de severidad con respecto al manejo convencional como se observa en la figura 53.

Figura 51

Severidad de Puccinia graminis P. en el cultivo de trigo con respecto al factor Sistema de manejo agronómico



Al igual que el caso de roya en hoja no se han evidenciado estudios agroecológicos para control de roya en tallo, sin embargo, Blanco y Leyva (2007) mencionan que la implementación de plantas arvenses aledañas al cultivo reduce la erosión del suelo por escorrentía, algunas se asocian con bacterias fijadoras de nitrógeno o influyen en el comportamiento de los organismos benéficos (bacterias e insectos). Aduciendo así que el comportamiento de la incidencia y severidad de roya del tallo se debe a que algunas plantas del margen multifuncional originan condiciones desfavorables como los mencionados para el desarrollo de la enfermedad.

Los resultados de menor incidencia y severidad de roya del tallo en el manejo agroecológico empleado complementan la afirmación de Nicholls (2008a) quien indica que una biodiversidad vegetal correcta crea infraestructuras con diversidad de recursos que favorecen la interacción de la entomofauna y microbiota asociado para mejorar el control de plagas y enfermedades.

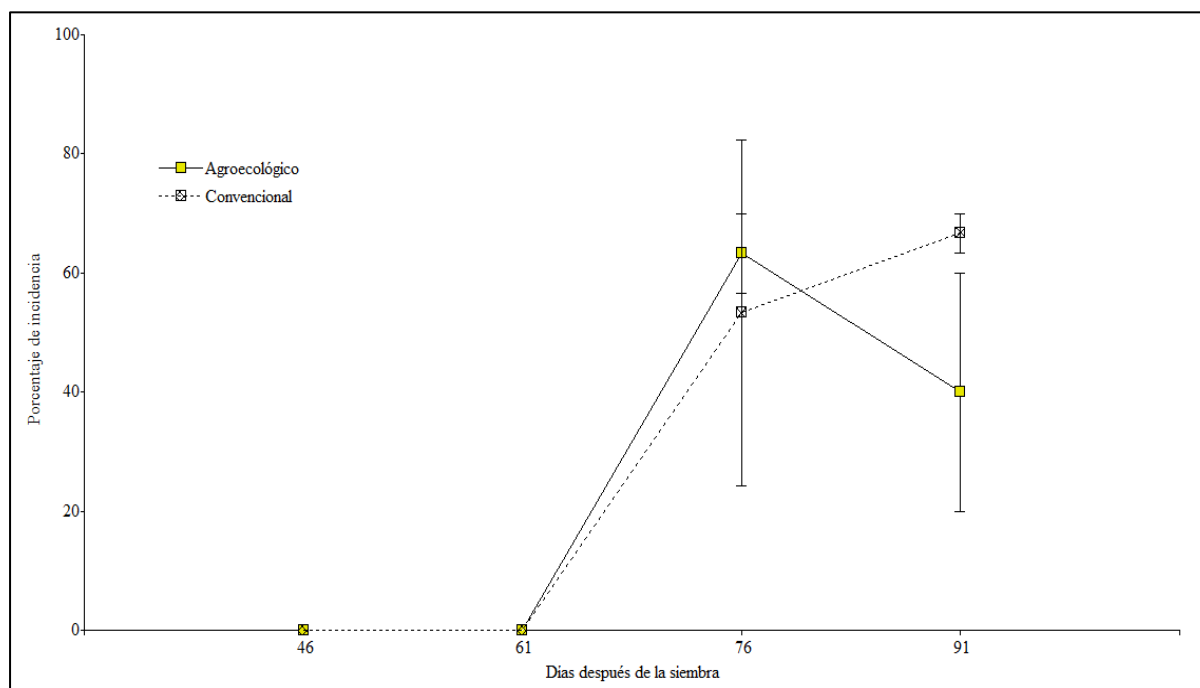
4.8.5 Incidencia de *Ustilago tritici* P. (carbón volador)

De acuerdo con el análisis de Friedman indica que existe una interacción entre los factores sistemas de manejo agronómico y días después de la siembra ($t= 5.87$; $p=0.0025$). La incidencia de carbón volador desde el día 46 al 61 fue nula, sin embargo, en el día 76 no se observó diferencias significativas entre los dos, pero el manejo convencional presentó 53.33% y alcanzó su punto máximo aumentando un 13.34% más para el día 91.

Por el contrario, el manejo agroecológico en el día 76 presentó 10% mayor incidencia en comparación al manejo convencional, sin embargo, sufrió un declive del 23.33% para el día 91 donde si existió diferencia significativa entre los dos sistemas de manejo. Estos datos se observan en la figura 54.

Figura 52

Incidencia de Ustilago tritici P. en el cultivo de trigo



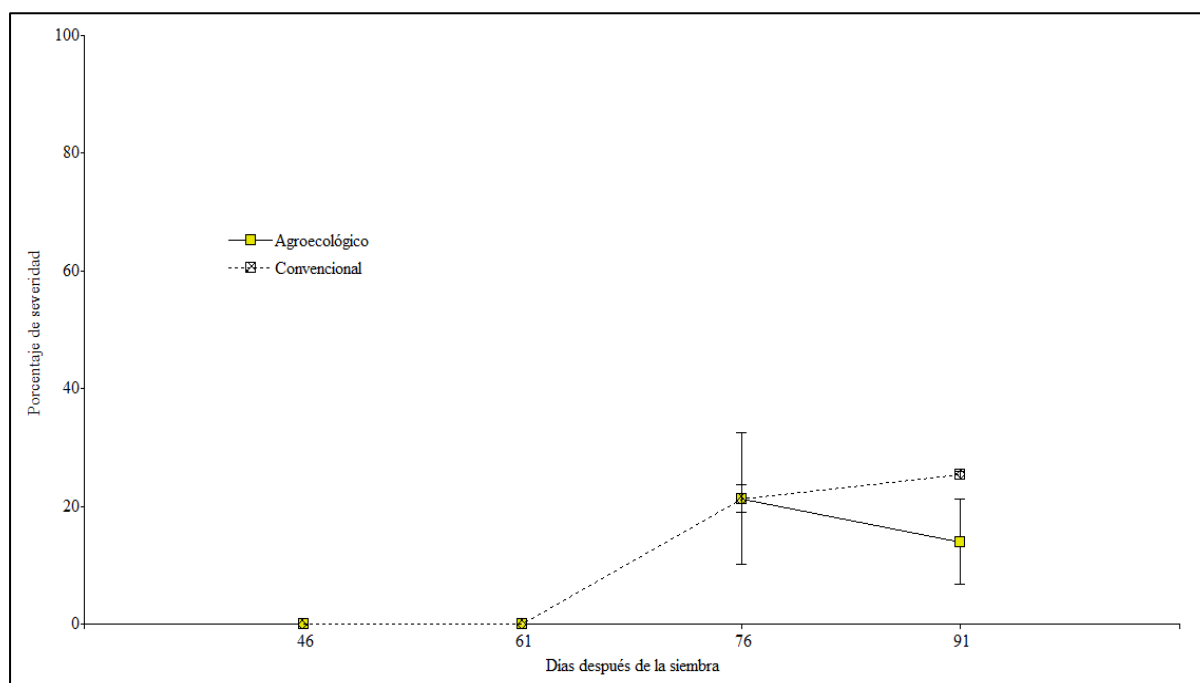
4.8.6 Severidad de *Ustilago tritici* P. (carbón volador)

De acuerdo con la prueba de Friedman se determinó que si existe una interacción entre los factores días después de la siembra y el sistema de manejo agronómico con respecto a la variable severidad de carbón volador ($t= 5.29$; $p=0.0040$).

De acuerdo con la figura 55 se observa que desde el día 46 al 61 la severidad fue nula y en el día 76 no se observan diferencias significativas entre los dos sistemas con valores iguales en los dos sistemas de producción alcanzando casi el 25% al final del monitoreo el sistema agroecológico sufre un decrecimiento del 7.33%, pero el manejo agroecológico aumenta un 4% haciéndose evidente una diferencia significativa en los dos sistemas agrícolas.

Figura 53

Severidad de Ustilago tritici P. en el cultivo de trigo



Es decir que el tipo de manejo influyo positivamente, así como lo indica la Asociación Vida Sana (s.f.) aseverando que la diversidad de especies vegetales que recubren el suelo de un cultivo son clave para el desarrollo de microorganismos benéficos como *Trichoderma* sp. *Bacillus* sp. entre otras, que pueden contribuir a la disminución de daños por las enfermedades.

De la misma manera Mejicano (s.f.) nos indica en su estudio que las franjas vivas son herramientas capaces de reducir la velocidad del viento, que es un factor importante para la diseminación de esporas de carbón volador como lo mencionan Carrasco et al. (2005). Del mismo modo se presume que las plantas arvenses sirvieron de cortina rompevientos disminuyendo 11.33% la severidad de daño en el manejo agroecológico en comparación con el manejo convencional.

4.9 Rendimiento en Kg/ha en el cultivo de trigo

La tabla 65 del análisis de varianza para la variable rendimiento en kg/ha de trigo indica que si existe una diferencia significativa ($f=2.11$; $gl=1,2$; $p=0.043$).

Tabla 61

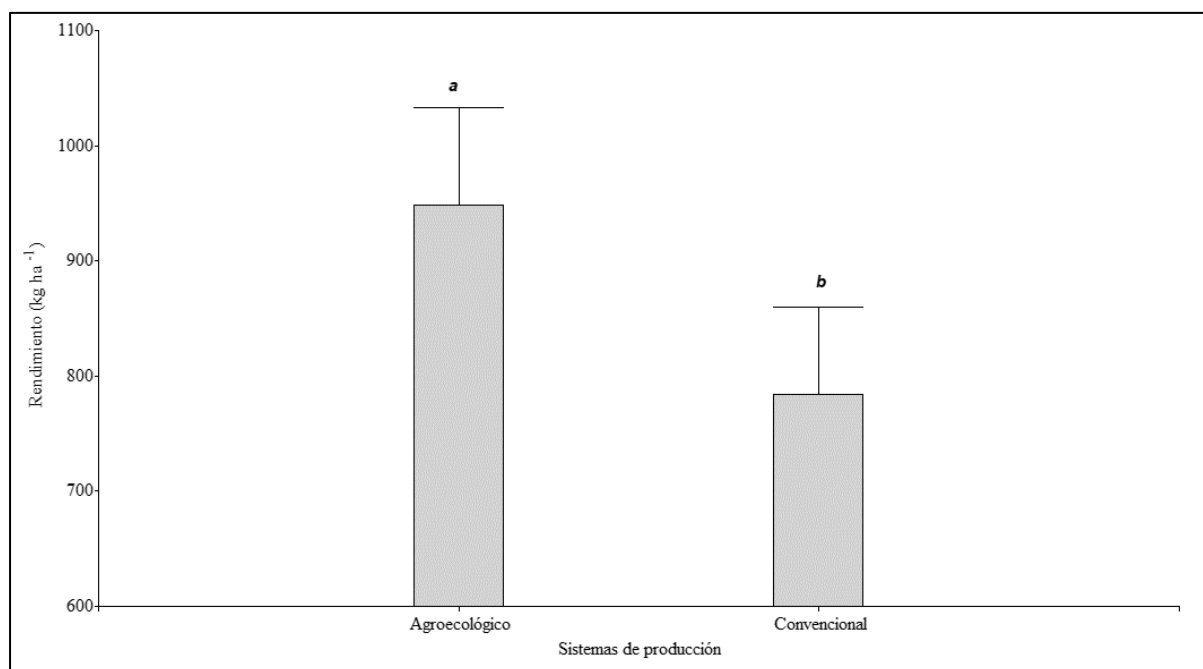
Análisis de varianza para la variable rendimiento

Fuente de variación	Grados de libertad de las fuentes de variación	Grados de libertad del error experimental	Valor F	Valor P
Sistema	1	2	2.11	0.0432

En la figura 56 se observa una diferencia significativa del 165.11 kg/ha atribuyéndole la mayor producción al sistema de manejo agronómico.

Figura 54

Rendimiento en kg/ha en el cultivo de trigo



Los resultados obtenidos en la investigación indican que la producción mejoró en el manejo agroecológico, sin embargo, esto difiere de los resultados obtenidos por Cerdá et al. (2016) quienes hicieron uso de un manejo agroecológico y convencional, obteniendo 240kg/ha a favor del manejo convencional.

Así mismo, Manangón (2014) menciona que al emplear fertilizante químico (18-46-00 + sulphomag + urea) vs orgánico (compost producido en la zona) la producción es de 2236.19 kg/ha y 1666.33 kg/ha respectivamente, atribuyéndole mayor eficiencia a la fertilización química, estos resultados no aseguran que la fertilización orgánica no sea eficiente y quizá solo necesitaba ser analizada para determinar los porcentajes de nutrientes presentes como en el

caso del fertilizante empleado en la investigación que si cumplía con los requerimientos nutricionales para los cultivos empleados.

El costo de producción fue menor en el manejo agroecológico en comparación al convencional, porque los insumos tenían menor costo. De igual forma Barbera et al. (2019) determinaron que los costos de producción son menores en los sistemas agroecológicos con un total de costos fijos en labores, fertilización y cosecha de 398.00 USD por el contrario para el manejo convencional la inversión total fue de 413.00 USD.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CAPÍTULO V

5.1 Conclusiones

El manejo agroecológico empleando margen multifuncional no influyo positivamente en la incidencia de plagas en los cultivos de frejol y quinua, obteniendo mayores niveles de incidencia en mosca blanca, lorito verde, gusano cogollero y picudo de vaina con el 100% y 4.17% de incidencia en gusano cogollero para quinua. En el caso del trigo la diferencia no fue significativa entre los dos sistemas aunque los daños por pulgón fue 12% menos en en manejo agroecologico. Respecto a la severidad de plagas en fréjol y trigo se obtuvo mayor porcentaje en el manejo convencional, demostrando así que el manejo agroecológico contribuyó a disminuir los daños de insectos plaga en estos cultivos. Por el contrario la quinua presento mayor daño de gusano cogollero. en el manejo agroecológico con un minimo porcentaje del 1.83%.

Los resultados de incidencia y severidad de enfermedades en los tres cultivos (fréjol, quínu, trigo), determinaron que el mayor porcentaje se presentó en el manejo convencional a excepción de la bacteriosis una enfermedad de la quínu, misma que obtuvo mayor severidad en el manejo agroecológico con un porcentaje del 9.17% y nulo en el manejo convencional, es decir que el sistema agroecológico ejerció un efecto indirecto positivo para disminuir la incidencia y severidad de enfermedades a diferencia del sistema de manejo convencional que obtuvo mayores niveles de daño por enfermedades en los tres cultivos establecidos.

El manejo agroecológico obtuvo una diferencia significativa con respecto al manejo convencional para la variable rendimiento, es decir que el manejo agroecológico con el margen multifuncional mejoró los índices productivos en comparación al manejo convencional.

5.2 Recomendaciones

Para futuros proyectos se recomienda que además del uso de plantas nativas se asocien diferentes tipos de plantas (aromáticas, medicinales, repelentes) que garanticen la creación de un agroecosistema diversificado capaz de crear microclimas favorables para el desarrollo de enemigos naturales y fitófagos.

Además del diseño usado en esta investigación se recomendaría emplear otros modelos de distribución de las plantas arvenses como franjas vivas entre parcelas y caminos. Otra alternativa para futuras evaluaciones es hacer uso de un solo cultivo en específico.

Para mejorar los niveles productivos además del uso de plantas nativas en los bordes de los cultivos se recomendaría tomar en cuenta la etapa fenológica de estas plantas, con el fin de garantizar una floración constante que permita atraer insectos polinizadores.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo, R., Jaramillo, C., Cabello, M., Larenas, V., González, I., Leyton, G., Toro, M., Cobo, N. y Urbina, L. (2011). *Manual de recomendaciones: Cultivo de trigo*. Fundación Chile Alimentación y Biotecnología.
<https://www.indap.gob.cl/docs/default-source/default-document-library/manual-trigo.pdf?sfvrsn=0>
- Achicanoy, H. (2001). Estrategias integradas para el control de enfermedades de las plantas. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 54(1), 1251-1273.
<https://revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/view/24365/24969>
- Aguilar, E., Pérez, L. y Pérez, V. (2013). *Evaluación de diferentes manejos fitosanitarios en el cultivo de Frijol (Phaseolus vulgaris L.), en la comunidad de Chacraseca, en el ciclo agrícola de postrera 2012* [Tesis de Grado, Universidad Autónoma de Nicaragua-León]. Repositorio Institucional
<http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/6391/1/224461.pdf>
- Aguilar, G., Peña, C., García, J., Ramírez, P., Benedicto, S. y Molina, J. (2012). *Rendimiento de frijol (Phaseolus vulgaris L.) en relación con la concentración de vermicompost y déficit de humedad en el sustrato*. *Revista Agrociencia* 46, 37-50.
<http://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v46n1/v46n1a4.pdf>
- Albuja, W. (2016). *Análisis epidemiológico y comportamiento agronómico del manejo de la diversidad genética de fréjol (Phaseolus vulgaris L.) en Cotacachi Imbabura* [Tesis de grado, Universidad Central del Ecuador]. Repositorio Institucional.
<http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/8224>

- Altieri, M. (1986). Bases ecológicas para el desarrollo de sistemas agrícolas alternativos para campesinos en Latinoamérica. *Amb. y Des.*, 2(3), 29-54. <https://foodfirst.org/wp-content/uploads/2016/01/Altieri-bases-ecol.sist-campesinos-1986pdf.pdf>
- Altieri, M (1992). El Rol Ecológico de la Biodiversidad en Agroecosistemas. *Revista CLADES*, 1(4). <https://agroabona.files.wordpress.com/2011/01/el-rol-ecologico-de-la-biodiversidad-en-agroecosistemas.pdf>
- Altieri, M. (2009). *Vertientes del pensamiento agroecológico: fundamentos y aplicaciones*. Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología. <http://media.utp.edu.co/centro-gestion-ambiental/archivos/documentos-relacionados-con-agroecologia-seguridad-y-soberania-alimentaria/vertientes-del-pensamiento-agroecologico-fundamentos-y-aplicaciones.pdf>
- Altieri, M. y Nicholls, C. (2004). Una base agroecológica para el diseño de sistemas diversificados de cultivo en el Trópico. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica)*, 73, 8-20. <http://agroecologia.pbworks.com/f/biodiversidad+y+manejo+de+plagas.pdf>
- Altieri, M. y Nicholls, C. (2012). Agroecología: única esperanza para la soberanía alimentaria y la resiliencia socioecológica. *Agroecología*, 7(2), 65-83. <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/182861/152301>
- Altieri, M. y Schmidt, L. (1986). The dynamics of colonizing arthropod communities at the interface of abandoned, organic, and commercial apple orchards and adjacent woodland habitats. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 16(1), 29-43. [https://doi.org/10.1016/0167-8809\(86\)90073-3](https://doi.org/10.1016/0167-8809(86)90073-3).

- Alvarado, S., Valverde, F., Novoa, V., Cartagena, Y. y Parra, R. (2009). Guía de recomendaciones de fertilización para los principales cultivos del callejón interandino. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias.
- Alvarado, A., Pilalao, W., Torres, S. y Torres, K. (2019). Efecto de *Trichoderma harzianum* en el control de mildiu (*Pseudoperonospora cubensis*) en pepino. *Agronomía Costarricense*, 43(1), 101-111.
<https://www.redalyc.org/journal/436/43659698007/html/>
- Álvarez, C., Molina, H., Jiménez, L., Meza, J. y Sánchez, M. (2016). *Cultivo de la quinua en Ancash*. Dirección Regional de Agricultura. <https://agroancash.gob.pe/agro/wp-content/uploads/2016/06/libro-quinua.pdf>
- Anderson, P. (1994). La mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) como vector del virus Mosaico Dorado del frijol (BGMV). *Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)*, 125-143.
<http://www.kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/80046/136DoradoPROFRIJOL94.pdf?sequence=1>
- Andorno, A., Botto, E., La Rossa, F. y Möhle, R. (2014). *Control biológico de áfidos por métodos conservativos en cultivos hortícolas y aromáticas*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta-control_biologicode_afidos_reglon_62-2.pdf
- Andrade, D. (2013). Producción y consumo sustentable: medidas aplicables para frenar la crisis alimentaria. *Letras Verdes Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*, 4, 8-10. <https://doi.org/10.17141/letrasverdes.4.2009.838>.
- Arango, M. (2017). *Abonos orgánicos como alternativa para la conservación y mejoramiento de los suelos* [Tesis de grado, Corporación Universitaria Lasallista]. Repositorio

Institucional.

http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/2036/1/Abonos_organicos_a_lternativa_conservacion_mejoramiento_suelo.pdf

Asociación Vida Sana. (s.f.). Microorganismos del suelo y fertilización. Crops for Better Soil.

https://cultivos-tradicionales.com/upload/file/dossier-5_microorganismos-del-suelo-y-biofertilizacion-2.pdf

Aupas, M. (2020). *Evaluación de la población de insectos polinizadores en plantas arvenses en la Granja Experimental “La Pradera” Chaltura, Imbabura*. [Tesis de grado, Universidad Técnica del Norte]. Repositorio Institucional.

<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/10339/2/03%20AGP%20261%20TRABAJO%20GRADO.pdf>

Balmer, O., Pfiffner, L., Schied, J., Willareth, M., Leimgruber, A., Luka, H. y Traugott, M. (2013). Noncrop flowering plants restore top-down herbivore control in agricultural field. *Ecology and Evolution*, 3(8), 2634-2646. doi: 10.1002/ece3.658

Balzan, M., Bocci, G. y Moonen, A. (2014). Augmenting flower trait diversity in wildflower strip to optimise the conservation of arthropod functional group for multiple agroecosystem services. *Journal of Insect Conservation*, 18, 713-728. doi: <https://doi.org/10.1007/s10841-014-9680-2>

Barbera, A., Melión, D., Vaccaro, M. y Zamora, M. (2019). *Agroecología en sistemas de gran escala: La experiencia de “San Ignacio” en Bragado*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_bragado_agroecologia_en_sistemas_de_gran_escala_la_experiencia_de_san_ignacio_en_bragadob.pdf

- Basantes, E. (2015). *Manejo de cultivos andinos del Ecuador*. Comisión Editorial de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.
<https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/10163/4/Manejo%20Cultivos%20Ecuador.pdf>
- Benavides, Y. (2017). *Implementación de una hectárea de frijol variedad diacol calima, (Phaseolus vulgaris L) como alternativa productiva para el municipio Valle del Guamuez Putumayo* [Tesis de grado, Universidad de La Salle]. Repositorio institucional.
https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1009&context=ingenieria_agronomica
- Bettioli, W., Rivera, M., Mondino, P., Montealegre, J. y Colmenárez, Y. (2014). *Control biológico de enfermedades de plantas en América Latina y el Caribe*. Facultad de Agronomía, Universidad de la República. http://ugi.espe.edu.ec/ugi/wp-content/uploads/2014/05/Control_biologico_de_enfermedades_de plantas_en_America_Latina_y_el_Caribe_2014.pdf
- Blanco, Y. y Leyva, A. (2007). Las arvenses en el agroecosistema y sus beneficios agroecológicos como hospederas de enemigos naturales. *Cultivos tropicales*, 28(2), 21-28. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193217731003>
- Blanco, Y. y Leyva, A. (2010). Abundancia y diversidad de especies de arvenses en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) precedido de un barbecho transitorio después de la papa (*Solanum tuberosum* L.). *Cultivos Tropicales*, 31(2), 12-16.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193215930002>
- Blanco, Y. y Leyva, A. (2013). Las arvenses y su entomofauna asociada en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*, L.) posterior al periodo crítico de competencia. *Avances en*

Investigación Agropecuaria, 17(3), 51-65.

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83728497005>

Cajamarca, B. y Montenegro, S. (2015). Selección de una línea promisorio de cebada (*Hordeum vulgare*) bio-fortificada, de grano descubierto y bajo contenido de fitatos, en áreas vulnerables de la sierra sur ecuatoriana [Tesis de grado, Universidad de Cuenca]. Repositorio Institucional.

<http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/23473>

Calvache, H. (2001). El manejo integrado de plagas en el agroecosistema de la palma de aceite. *Agris*, 22(3), 51-60.

<https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/download/884/884>

Cardona, C., Rodríguez, I., Bueno, J. y Tapia, X. (2005). Biología y Manejo de la Mosca Blanca *Trialeurodes vaporariorum* en Habichuela y Frijol. CIAT.

https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=ZERwcoGwY24C&oi=fnd&pg=PA1&dq=etapas+fenologicas+del+frijol+y+da%C3%B1os+por+mosca+blanca&ots=EnKa7iDqp4&sig=TX0292gmqO_HvS4YSYFZXiWgPpU&redir_esc=y#v=onepage&q=etapas%20fenologicas%20del%20frijol%20y%20da%C3%B1os%20por%20mosca%20blanca&f=true

Carrasco, N., Báez, A. y Belmonte, M. (2005). *Trigo: Manual de campo*. Red de Información Agropecuaria Nacional. http://rian.inta.gov.ar/agronomia/Manual_Trigo.pdf

Castillo, D., Alfaro, C., Madariaga, R., Matus, I., Hirzel, J. y Vera, C. (2017). *Manual de buenas prácticas para el manejo del Trigo Candeal*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. <https://biblioteca.inia.cl/handle/123456789/33567>

Cerdá, E., Sarandón, S. y Flores, C. (2016). Aplicación de la Agroecología en sistemas extensivos. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de la

Plata.

https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/1726/mod_resource/content/6/Capitulo%2016%20La%20Aurora.pdf

Chango, L. (2012). *Control de gusano cogollero (Spodoptera frugiperda) en el cultivo de maíz (Zea mays L.)* [Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/3174/1/Tesis-33agr.pdf>

Chiandussi, M. y Panonto, S. (2018). Guía para la cría casera de Coccinélidos en el marco de la Agroecología. (INTA – Ministerio de Desarrollo Social y Salud de la Nación. https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_guia_para_la_cria_casera_de_coccinelidos.pdf

Chicaiza, J. (2017). Evaluación de un biocatalizador con tres niveles de fertilización en la producción de arveja (*Pisum sativum*) de crecimiento indeterminado var. San Isidro, en la Granja Experimental Docente Querochaca [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio Institucional. <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/25481>

Coronel, J. y Jiménez, C. (2011). Guía práctica para los productores de cebada de la sierra sur. INIAP - Estación Experimental del Austro. <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/1106/1/404.PDF>

Cortez, H. y Trujillo, J. (1994). Incidencia del gusano cogollero y sus enemigos naturales en tres agrosistemas de maíz. *Turrialba*, 44(1), 1-9. <http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/9524/A0793e01-01.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Cruces, L. y Callohuari, Y. (2016). *Guía de identificación y control de las principales plagas que afectan a la quinua en la zona andina*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <http://www.fao.org/3/i5519s/i5519s.pdf>
- Daza, N. (2017). Cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) como alternativa de diversificación de cultivos y aporte a la seguridad alimentaria del municipio de Gigante Huila [Tesis de grado, Universidad de la Salle]. Repositorio Institucional. https://ciencia.lasalle.edu.co/ingeniería_agronomica/65
- Debach, P. y Rosen, D. (1991). *Biological control by natural enemies*. Cambridge University Press. <https://www.cambridge.org/ec/academic/subjects/life-sciences/natural-resource-management-agriculture-horticulture-and/biological-control-natural-enemies-2nd-edition?format=HB&isbn=9780521391917>
- Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria Secretaría de Agricultura y Ganadería. (2013). El cultivo de frijol. Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria Secretaría de Agricultura y Ganadería. http://www.agronegocioshonduras.org/wp-content/uploads/2014/06/el_cultivo_de_frijol_dicta.pdf
- Divito, G. y García, F. (2017). *Manual del cultivo de Trigo*. International Plant Nutrition Institute. <http://lacs.ipni.net/article/LACS-1320>
- Duñabeitia, M., Iturrutxa, E., González, C., Ortega, U., Sánchez, J., Txarterina, K. y Majada, J. (2007). Control biológico de los patógenos *Fusarium circinatum* y *Sphaeropsis sapinea* mediante la utilización de especies fúngicas antagonistas. Departamento de Biología Vegetal y Ecología. https://www.euskadi.eus/contenidos/informacion/resultado_07/es_dapa/adjuntos/ME M2007ControlBiologico.pdf

- Escoto, N. (2004). *Manual técnico para uso de empresas privadas, consultores individuales y productores*. Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria.
<https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/REf01e74.pdf>
- Garcés, F. y Melo, E. (2009). Control de bacteriosis en el cultivo de melón. *Revista Ciencia y Tecnología*, 2(2), 1-6. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4052759.pdf>
- García, E., Bravo, C., Martínez, D., Álvarez, P., Valle, J., García, S., López, J. y Escobar, W. (2009). *Guía técnica para el cultivo de frijol*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. <http://repiica.iica.int/DOCS/B2170E/B2170E.PDF>
- García, F. (20-21 de mayo de 2014). Bases para el manejo 4R de la nutrición de cultivo de trigo [Discurso principal]. Simposio International IPNI, Foz do Iguaçu, Brasil.
[http://lacs.ipni.net/ipniweb/region/lacs.nsf/0/1A2B89E00A1D109385257C590063B0E0/\\$FILE/F.%20Garcia%20-%20Bases%20Fertilizacion%20Trigo%20-%20Foz%20Mayo%202014%20V2.pdf](http://lacs.ipni.net/ipniweb/region/lacs.nsf/0/1A2B89E00A1D109385257C590063B0E0/$FILE/F.%20Garcia%20-%20Bases%20Fertilizacion%20Trigo%20-%20Foz%20Mayo%202014%20V2.pdf)
- García, G. (2012). Desarrollo fenológico en trigo y cebada: principales etapas y generación de hojas, espiguillas y flores [Discurso principal]. Curso Internacional Red METRICE Ecofisiología de Cereales de Invierno. Universidad de la República, Paysandú, Uruguay.
http://www.metrice.udl.cat/es/misc/curso_paysandu/2.%20Ciclo%20ontog%20E9nico%20G%20Garcia.pdf
- García, K. y Angulo, L. (2008). Efecto de cultivos en asocio pepino (*Cucumis sativus* L.), pipian (*Cucúrbita pepo* L.) y frijol de vara (*Vigna unguiculata* L. Walp), en la ocurrencia poblacional de insectos plagas, benéficos y el rendimiento en Tisma, Masaya. [Trabajo de grado, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Digital UNA.
<https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf08g216.pdf>

- Gasparotto, G. (2014). *Respuesta agronómica en trigo a diferentes densidades de siembra en lotes con ondulaciones* [Trabajo de consolidación, Universidad Nacional de Córdoba]. Repositorio Digital UNC. <http://hdl.handle.net/11086/1732>
- Gobierno Autónomo Descentralizado de Antonio Ante. (s.f.). Ubicación geográfica Chaltura. <http://www.antonioante.gob.ec/AntonioAnte/index.php/canton/parroquias>
- Gómez, H., Ramírez, S. y Polo, P. (2018). “Identificación, evaluación de capacidad depredadora y respuesta funcional de chinche nativa depredadora como estrategia de control biológico de trips en cultivos protegidos”. Instituto de investigaciones agronómicas y ambientales (IIA). <https://digi.usac.edu.gt/bvirtual/informes/puicb/INF-2017-46.pdf>
- Gómez, L. y Aguilar, E. (2016). *Guía del cultivo de quinua*. Universidad Nacional Agraria La Molina, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <http://www.fao.org/3/a-i5374s.pdf>
- Gutiérrez, J., Aguilera, L. y González, C. (2008). Agroecología y sustentabilidad. *Convergencia Revista de Ciencias Sociales*, (46), 51-87. <http://www.scielo.org.mx/pdf/conver/v15n46/v15n46a4.pdf>
- Gutiérrez, V. (1995). *Barreras vivas de conservación de suelos, para pequeños agricultores de laderas; evaluación técnica económica*. [Tesis de grado, Escuela Agrícola Panamericana]. Repositorio Institucional. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/5065/1/CPA-1995-T026.pdf>
- Hallman, G. y García, J. (1985). *Empoasca* sp. como plaga de frijol. *Ceiba*, 26(1), 127-139. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/3866/1/09.pdf>

- Henríquez, G., Prophete, E. y Orellana, C. (1992). *Manejo agronómico del cultivo del frijol (Phaseolus vulgaris L.)*. Centro Internacional de Agricultura Tropical. http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/2015/SB_327_U5_Vol.5.pdf
- Hernández, J. (2009). *Manual de recomendaciones técnicas: Cultivo de frijol*. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria. <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-9533.pdf>
- Hilje, L. y Stansly, P. (2017). Dificultades metodológicas en la selección de cultivos trampa para el manejo del complejo *Bemisia tabaci*-virus en tomate. *Revista de Ciencias Ambientales* 5(1), 76-91. <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/ambientales/article/view/9273/11016>
- Ibagón, A. y Perafán, F. (2009). *Manejo integrado de la antracnosis Colletotrichum lindemuthianum en el cultivo de frijol Phaseolus vulgaris de las variedades, Diacol Calima AFR 612, en la vereda el retiro Municipio de Timbio Departamento del Cauca*. [Tesis de grado, Universidad del Cauca]. Repositorio Institucional. <http://repositorio.unicauca.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/731/MANEJO%20INTEGRADO%20DE%20LA%20ANTRACNOSIS%20Colletotrichum%20lindemuthianum%20EN%20EL%20CULTIVO%20DE%20FR%20C3%28DJOL%20Phaseolus%20vulgaris%20DE%20LAS%20VARIETADES.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ibarra, M. (1991). *Optimización de la densidad de siembra y la fertilización del trigo sembrado en surcos bajo riego*. [Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Nuevo León]. Repositorio Institucional. <http://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/245821>

- Ilaquiche, M. (2018). *Descripción cuantitativa de roya (Uromyces appendiculatus) y antracnosis (Colletotrichum lindemuthianum) en dos variedades de fréjol con diferente nivel de resistencia*. [Tesis de grado, Universidad Central del Ecuador]. Repositorio institucional. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/16339/1/T-UCE-0001-CAG-020.pdf>
- Issacs, R., Tuell, J., Fiedler, A., Gardiner, M. y Landis, D. (2009). Maximizing arthropod-mediated ecosystem services in agricultural landscapes: the role of native plants. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 7, 196-203. <https://doi.org/10.1890/080035>
- Juárez, Z., Bárcenas, M. y Hernández, L. (2014). El grano de trigo, características generales y algunas problemáticas y soluciones a su almacenamiento. *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos*, 8 (1), 79-93. <https://tsia.udlap.mx/el-grano-de-trigo-caracteristicas-generales-y-algunas-problematicas-y-soluciones-a-su-almacenamiento/>
- Kremen, C., Williams, N.M., Aizen, M.A., Gemmill-Herren, B., LeBuhn, G., Minckley, R., Packer, L., Potts, S.G., Roulston, T., Steffan-Dewenter, I., Vázquez, D.P., Winfree, R., Adams, L., Crone, E.E., Greenleaf, S.S., Keitt, T.H., Klein, A.-M., Regetz, J. y Ricketts, T.H. (2007). Pollination and other ecosystem services produced by mobile organisms: a conceptual framework for the effects of land-use change. *Ecology Letters*, 10, 299-314. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2007.01018.x>
- Landis, D., Wratten, S. y Gurr, G. (2000). Habitat Management to Conserve Natural Enemies of Arthropod Pest in Agriculture. *Annual Review of Entomology*, 45(1), 175-201. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.45.1.175>

- Liang, W. y Huang, M. (1994). Influence of citrus orchard ground cover plants on arthropod communities in China. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 50(1), 29-37.
[https://doi.org/10.1016/0167-8809\(94\)90122-8](https://doi.org/10.1016/0167-8809(94)90122-8).
- López, L., Fernández, F. y Schoonhoven, A. (1985). *Frijol: Investigación y producción*. Centro Internacional de Agricultura Tropical. http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_ciat/2015/26201.pdf#page=68
- Manangón, P. (2014). *Evaluación se siete variedades de trigo (Triticum aestivum L.) con tres tipos de manejo nutricional, a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo - Cayambe - 2012*. [Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio Institucional.
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6717/1/UPS-YT00040.pdf>
- Mejía, K. (2018). Efecto de bioplaguicidas sobre la incidencia de plagas y enfermedades foliares y componentes de rendimiento del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en Santa Rosa de Copán. *Revista Ciencia y Tecnología*, (22), 58-73.
<https://doi.org/10.5377/rct.v0i22.6439>
- Mejicano, C., Campos, J. y Zelaya, V. (s.f.). *Barreras vivas: guía técnica 7*. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal.
https://www.jica.go.jp/project/elsalvador/0603028/pdf/production/vegetable_07.pdf
- Mexzón, R. y Chinchilla, M. (2003). Especies vegetales atrayentes de la entomofauna benéfica en plantaciones de palma de aceite (*Elais guineensis* Jacq) en Costa Rica. *ASD Oil Palm Papers*, 19(1), 23-39. http://www.asd-cr.com/images/PDFs/OilPalmPapers/Plantas_e_insectos_OPP_19.pdf
- Miguélez, A. (2017). La vida en el huerto educación agroecológica agricultura ecológica y control de plagas. SlidePlayer. <https://slideplayer.es/slide/10848659/>

- Ministerio del Poder Ciudadano para la Educación. (2013). Manual de Buenas Prácticas Ambientales: Relacionando la escuela con el entorno de la microcuenca. Helvetas Swiss Intercooperation. <https://aguasannicaragua.com/wp-content/uploads/2018/05/Manual-de-Buenas-Practicas-Ambientales-Relacionando-la-escuela-con-el-entorno-de-la-microcuenca.pdf>
- Montero, G. (2014). *Ecología de las interacciones entre malezas y artrópodos*. Universidad Nacional del Sur. https://www.researchgate.net/publication/274006797_Ecologia_de_las_interacciones_entre_malezas_y_artropodos
- Montes, C., Ibagón, A. y Perafán, F. (2013). Manejo integrado vs manejo tradicional de antracnosis en cultivos de frijol en Timbo Cauca. *Bioteχνología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 2, 126-135. <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v11nspe/v11nespa15.pdf>
- Moreno, I., Ramírez, A., Plana, R. y Iglesias, L. (2001). El cultivo de trigo. Algunos resultados de su producción en Cuba. *Cultivos Tropicales*, 22(4), 55-67. <http://ediciones.inca.edu.cu/index.php/ediciones/article/download/681/pdf>
- Moreno, R. (1977). Efecto de diferentes sistemas de cultivo sobre la severidad de la mancha angular del frijol (*Phaseolus vulgaris* L), causada por *Isariopsis griseola* Sacc. *Revista Agronomía Costarricense*, 1(1), 39-42. https://www.mag.go.cr/rev_agr/v01n01_039.pdf
- Mosquera, B. (2010). Abonos orgánicos manual para la elaboración y aplicar abonos y plaguicidas orgánicos. Fondo para la Protección del Agua-FONAG. http://fonag.org.ec/doc_pdf/abonos_organicos.pdf

- Murguido, C., Vázquez, I., Elizondo, A., Neyra, M., Velázquez, Y., Pupo, E., Reyes, S., Rodríguez, I. y Toledo, C. (2002). El manejo integrado de plagas de insectos en el cultivo de frijol. *Fitosanidad*, 6(3), 29-39.
<https://s0b3945371a06d9a2.jimcontent.com/download/version/1308627122/module/5338790570/name/INVESTIGACION%20MANEJO%20INTEGRADO%20DE%20PLAGAS%20EN%20FRIJOL.pdf>
- Nazario, F., Gallegos, G., Ochoa, Y., Hernández, F., Benavides, A. y Castillo, F. (2013). Aspectos fundamentales del tizón común bacteriano (*Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* Smith): características, patogenicidad y control. *Revista mexicana de fitopatología*, 31(2), 147-160. <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmfi/v31n2/v31n2a6.pdf>
- Nicholls, C. (2008a). Bases agroecológicas para diseñar e implementar una estrategia de manejo de hábitat para control biológico de plagas. *Agroecología*, 1, 37-48.
<https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/19>
- Nicholls, C. (2008b). *Control biológico de insectos: un enfoque agroecológico*. Editorial Universidad de Antioquia. <https://foodfirst.org/wp-content/uploads/2016/01/Control-biologico-de-insectos-un-enfoque-agroecologico.pdf>
- Nicholls, C. y Altieri, M. (2002). Biodiversidad y diseño agroecológico un estudio de caso de manejo de plagas en viñedos. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*, (65), 50-64. <http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/handle/11554/5827>
- Nieto, C., Vimos, C., Monteros, C., Caicedo, C. y Rivera, M. (1992). Dos variedades de quinua de bajo contenido de saponina. *Boletín Divulgativo No. 228*, Estación Experimental “Santa Catalina”.
<http://repositorio.iniap.gob.ec/jspui/bitstream/41000/270/4/iniapscbd228.pdf>

Novoa, R. y Villaseca, S. (1987). Requerimientos de suelo y clima en trigos de primavera.

Investigación y Progreso Agropecuario La Platina, 42, 38-40.

<https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/123456789/34356/NR05853.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2011). La quinua: cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe.

<http://www.fao.org/3/aq287s/aq287s.pdf>

Paoletti, M., Pimentel, D., Stinner, B. y Stinner, D. (1992). Agroecosystem biodiversity: matching production and conservation biology. *Agriculture, Ecosystem and Environment*, 14(1-4), 3-23. [https://doi.org/10.1016/0167-8809\(92\)90080-U](https://doi.org/10.1016/0167-8809(92)90080-U).

Peralta, E. (2009). *La quinua en Ecuador. "Estado del arte"*. Editorial Quito, EC: INIAP, Estación Experimental Santa Catalina, Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/805>

Pérez, E. (2008). Aspectos sobre *Empoasca krameri*, *Bemisia tabaci* y *Aphis craccivora* en frijol (*Phaseolus vulgaris* L) [Tesis de grado, Universidad Central Marta Abreu de las Villas]. Repositorio Institucional.

<https://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/1418/A08025.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Pérez, E. y Urbina, J. (2014). *Caracterización de tres variedades de semillas criollas de fréjol, época de primavera en la finca Cailagua Guadalupe* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua]. Repositorio Institucional.

<https://repositorio.unan.edu.ni/7001/1/6537.pdf>

- Pinedo, R., Gómez, L. y Julca, A. (2018). Sostenibilidad de sistemas de producción de quinua (*Chenopodium quinoa* Wild). *Revista Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 5(15), 399-409. <http://www.scielo.org.mx/pdf/era/v5n15/2007-901X-era-5-15-399-02.pdf>
- Porcuna, J. (s.f.). *Estrategias para la reducción del uso de fitosanitarios en los cultivos de fresón y frutos rojos en Huelva: La perspectiva agroecológica*. Sociedad Española de Agricultura Ecológica. <http://www.agroecologia.net/recursos/documentos/doc-de-interes/Informe%20Freson.pdf>
- Prescott, J., Burnett, P., Saari, E., Ransom, J., Bowman, J., Milliano, W., Singh, R. y Bekele, G. (1986). *Enfermedades y plagas del trigo: una guía para su identificación en el campo*. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). <https://repository.cimmyt.org/xmlui/bitstream/handle/10883/1110/13397.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pupo, C., González, G., Carmenate, O. y Toranzo, A. (2016). Comportamiento del saltahojas del frijol (*Empoasca kraemeri*) en el municipio Manatí, Las Tunas, Cuba. *La Técnica: Revista de las Agrociencias*, 1(1), 11-22. <https://revistas.utm.edu.ec/index.php/latecnica/article/view/1018/885>
- Quispe, M. (2017). *Tres sistemas de control de malezas y su impacto en el rendimiento de quinua (Chenopodium quinoa Wild) cv. INIA 431-Altiplano* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. repositorio institucional. <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/6055/AGquchmd.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rosset, P. (1997). La crisis de la agricultura convencional, la sustitución de insumos y el enfoque agroecológico. *Revista Agroecología y Desarrollo CLADES*, 11(12), 1-14.

https://www.academia.edu/2891762/La_crisis_de_la_agricultura_convencional_la_sustituci%C3%B3n_de_insumos_y_el_enfoque_agroecol%C3%B3gico

Sánchez, A., Geraud, F. y Esparza, D. (1997). Biología de la mosca blanca del tabaco, *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) y potencial para desarrollar sus poblaciones sobre cinco especies de plantas hospederas. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 14(1), 193-206. https://www.researchgate.net/profile/Adriana-Sanchez-18/publication/315780185_Biologia_de_la_mosca_blanca_del_tabaco_Bemisia_tabaci_Homoptera_Aleyrodidae_y_potencial_para_desarrollar_poblaciones_sobre_cinco_especies_de_plantas_hospederas/links/58e429830f7e9bbe9c94d1aa/Biologia-de-la-mosca-blanca-del-tabaco-Bemisia-tabaci-Homoptera-Aleyrodidae-y-potencial-para-desarrollar-poblaciones-sobre-cinco-especies-de-plantas-hospederas.pdf

Sans, F., Armengot, L., Bassa, M., Blanco-Moreno, J., Caballero-López, B., Chamorro, L. y José-María, L. (2013). La intensificación agrícola y la diversidad vegetal en los sistemas cerealistas de secano mediterráneos. *Ecosistemas*, 22(1), 30-35. <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/762>

Sarandón, S. (2002a). *Agroecología: El camino hacia una agricultura sustentable*. Ediciones Científicas Americanas. https://www.researchgate.net/publication/324896530_Sarandon_SJ_2002_AGROECOLOGIA_El_camino_hacia_una_agricultura_sustentable_Editor_Ediciones_Cientificas_Americanas_La_Plata_560_pgs_ISBN987-9486-03-X

Sarandón, S. y Flores, C. (Ed) (2014). *Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de Agroecosistemas sustentables*. Editorial de la Universidad de la Plata. <https://doi.org/10.35537/10915/37280>

Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. (2016). Ojo de Gallo (*Mycena citricolor* Berkeley). Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria-Dirección General de Sanidad Vegetal - Programa de Vigilancia epidemiológica Fitosanitaria. Ficha Técnica No. 49. 8p.

<https://prod.senasica.gob.mx/SIRVEF/ContenidoPublico/Roya%20cafe/Fichas%20tecnicas/Ficha%20T%C3%A9cnica%20de%20Ojo%20de%20gallo.pdf>

Tarango, S., García, G. y Burrola, J. (2013). *Manejo de áfidos del nogal pecanero: Folleto técnico No. 33*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.

http://www.comenez.com/assets/manejo_de_afidos_del_nogal_pecanero1.pdf

Torres, D. y Capote, T. (2004). Agroquímicos un problema ambiental global, uso del análisis químico como herramienta para el monitoreo ambiental. *Revista Ecosistemas*, 13(3), 2-6. doi:10.7818/re.2014.13-3.00

Tscharntke, T., Mklein, A., Kruess, A., Steffan-Dewenter, I. & Thies, C. (2005). Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity - ecosystem service management. *Ecology Letters*, 8(1), 857-874. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2005.00782.x>

Tula, R. (2015). *Propuesta de diseño agroecológico del "Campo Barnetche-Bolívar" del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de la Matanza]. Repositorio institucional.

<http://hdl.handle.net/20.500.12123/3650>

Ulcungo, R. (2018). *Evaluación morfoagronómica de variedades locales de fréjol arbustivo (*Phaseolus vulgaris* L.) de la Parroquia Chaltura, en la Granja "La Pradera", Cantón Antonio Ante*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte].

Repositorio institucional.

<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/8122/1/03%20AGP%20232%20TRABAJOS%20DE%20GRADO.pdf>

Van-Driesche, R., Hoddle, M. y Center, T. (2007). Control de plagas y malezas por enemigos naturales. Forest Health Technology Enterprise Team.

https://www.fs.fed.us/foresthealth/technology/pdfs/VANDRIESCHE_CONTROL_Y_PLAGAS_WEB.pdf

Vélez, J. (1993). Relación entre etapa fenológica y la variedad de frijol con el nivel de parasitismo de *Bemisia tabaci* Gennadius [Tesis de grado, Escuela Agrícola Panamericana]. Repositorio Institucional.

<https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/3209/1/CPA-1993-T053.pdf>

Vellaichamy, M., Walia, S., Govindasamy, V., Annapurna, K. (2011). Antibacterial activity of metabolite produced by *Paenibacillus polymyxa* strain HKA-15 against *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*. *Indian journal of Experimental Biology*, 49, 229-233.

Villareal, M. (2018). *Comportamiento del gusano cogollero (Spodoptera frugiperda J. E. Smith) en diferentes etapas fenológicas del cultivo de maíz (Zea mays L.) en el cantón San Vicente, Manabí. de grado, Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí.* [Tesis de grado, Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí]. Repositorio Institucional
<https://repositorio.ulead.edu.ec/bitstream/123456789/1447/1/ULEAM-AGRO-0031.pdf>

Wardell, G., Bernhardt, P., Bitner, R., Burquez, A., Buchmann, S., Cane, J., Cox, P., Dalton, V., Feinsinger, P., Ingram, M., Inouye, D., Jones, C., Kennedy, K., Kevan, P., Koopowitz, H., Medellín, R., Morales, M., Nabhan, G., Pavlik, B., Walker, S.,

Tepedino, V. y Torchio, P. (1997). The potential consequences of pollinator declines on the conservation of biodiversity and stability of food crop yields. *Conservation Biology*, 12(1), 8-17.

https://www.researchgate.net/publication/201995706_The_Potential_Consequences_of_Pollinator_Declines_on_the_Conservation_of_Biodiversity_and_Stability_of_Food_Crop_Yields

Yanggen, D., Crissman, C. y Espinosa, P. (Ed). (2002). *Los plaguicidas: impactos en producción, salud y medio ambiente*. Centro Internacional de la Papa, Instituto nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, Ediciones Abya-Yala.

https://cipotato.org/wp-content/uploads/Documentacion%20PDF/Los_plaguicidas_100.pdf

Yzarra, W. y López, F. (2017). *Manual de observaciones fenológicas*. Servicio de Meteorología e Hidrología del Perú-SENAMHI.

<https://hdl.handle.net/20.500.12542/272>