



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

**“EFICIENCIA DE TRES TIPOS DE MULCH ORGÁNICO EN EL
COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO E IMPACTO AMBIENTAL EN
CULTIVOS ASOCIADOS MAÍZ (*Zea mays*) - ARVEJA (*Pisum sativum*) EN
ALOBURO Y YAHUARCOCHA, IMBABURA-ECUADOR”**

**Trabajo de grado previa a la obtención del Título de Ingeniera en Recursos Naturales
Renovables e Ingeniera en Agropecuaria**

AUTORAS:

**Enríquez Collaguazo Paola Estefanía
Soria Proaño Mayra Alejandra**

DIRECTORA:

MSc. Gladys Yaguana

Ibarra, Julio 2018

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA
CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES
RENOVABLES

**“EFICIENCIA DE TRES TIPOS DE MULCH ORGÁNICO EN EL
COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO E IMPACTO AMBIENTAL EN
CULTIVOS ASOCIADOS MAÍZ (*Zea mays*) - ARVEJA (*Pisum sativum*) EN
ALOBURO Y YAHUARCOCHA, IMBABURA-ECUADOR”**

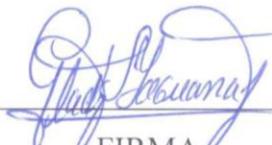
Trabajo de Grado revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación
como requisito parcial para obtener Título de:

**INGENIERA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES E
INGENIERA EN AGROPECUARIA**

APROBADO:

Ing. Gladys Yaguana, MSc.

DIRECTORA


FIRMA

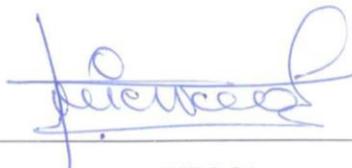
Ing. Mónica León, MSc.

MIEMBRO TRIBUNAL


FIRMA

Ing. Miguel Aragón, MSc.

MIEMBRO TRIBUNAL


FIRMA

Ing. Gabriel Chimbo, MSc.

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

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto repositorio digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejamos sentada nuestra voluntad de participar en este proyecto, para lo cual ponemos a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO	
Cédula de identidad:	172560483-7
Apellidos y Nombres:	Soria Proaño Mayra Alejandra
Dirección:	Quito – Pichincha
Email:	mayito-1791@hotmail.com
Teléfono fijo:	0989178315

DATOS DE CONTACTO	
Cédula de identidad:	100354351-7
Apellidos y Nombres:	Enríquez Collaguazo Paola Estefanía
Dirección:	Ibarra – Imbabura
Email:	pao175.enriquez@gmail.com
Teléfono fijo:	0994653800

DATOS DE LA OBRA	
Título:	Eficiencia de tres tipos de mulch orgánico en el comportamiento agronómico e impacto ambiental en cultivos asociados maíz (<i>Zea mays</i>) - arveja (<i>Pisum sativum</i>) en Aloburo y Yahuarcocha, Imbabura-Ecuador
Autoras:	Enríquez Collaguazo Paola Estefanía Soria Proaño Mayra Alejandra
Fecha:	2018
Programa:	Pregrado
Título por el que opta:	Ingeniera en Recursos Naturales Renovables Ingeniera en Agropecuaria
Directora:	Ing. Gladys Yaguana, MSc.

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Enríquez Collaguazo Paola Estefanía, con cédula de identidad Nro. 100354351-7 y Soria Proaño Mayra Alejandra, con cédula de identidad Nro. 172560483-7, en calidad de autoras y titulares de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hacemos entrega del ejemplar respectivo en formato digital. Autorizamos a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el repositorio digital institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

3. CONSTANCIAS

Las autoras manifiestan que la presente obra es original y se la desarrolló sin violar derechos de autores terceros, por lo tanto son las titulares de los derechos patrimoniales; por lo que asumen la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldremos en defensa de la Universidad Técnica del Norte en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 2 días del mes de julio de 2018.

LAS AUTORAS



Enríquez Collaguazo Paola Estefanía

C.I.100354351-7



Soria Proaño Mayra Alejandra

C.I. 1725604837

ACEPTACIÓN



Ing. Betty Mireya Chávez Martínez

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Enríquez Collaguazo Paola Estefanía y Soria Proaño Mayra Alejandra, bajo mi supervisión.

Ibarra, a los 2 días del mes de julio de 2018

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Gladys Yaguana', written over a horizontal line.

MSc. Gladys Yaguana

DIRECTORA DE TESIS

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Nosotras, Enríquez Collaguazo Paola Estefanía, con cédula de identidad Nro. 100354351-7 y Soria Proaño Mayra Alejandra, con cédula de identidad Nro. 172560483-7 manifestamos nuestra voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autoras de la obra o trabajo de grado denominado: **“EFICIENCIA DE TRES TIPOS DE MULCH ORGÁNICO EN EL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO E IMPACTO AMBIENTAL EN CULTIVOS ASOCIADOS MAÍZ (*Zea mays*) - ARVEJA (*Pisum sativum*) EN ALOBURO Y YAHUARCOCHA, IMBABURA-ECUADOR”**, que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniera en Recursos Naturales Renovables e Ingeniera en Agropecuaria, respectivamente, en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En nuestra condición de autoras nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribimos este documento en el momento que hacemos entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los 2 días del mes de julio de 2018.



Enríquez Collaguazo Paola Estefanía



Soria Proaño Mayra Alejandra

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA – UTN

Fecha: 2 de julio de 2018

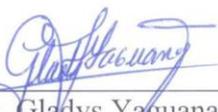
Enríquez Collaguazo Paola Estefanía- Soria Proaño Mayra Alejandra “Eficiencia de tres tipos de mulch orgánico en el comportamiento agronómico e impacto ambiental en cultivos asociados maíz (*Zea mays*) - arveja (*Pisum sativum*) en Aloburo y Yahuarcocha, Imbabura-Ecuador”/ TRABAJO DE GRADO, Ingeniera en Recursos Naturales Renovables, Ingeniera Agropecuaria.

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería en Recursos Naturales y Carrera de Ingeniería Agropecuaria, Ibarra, 2 de julio de 2018, 105 páginas.

DIRECTORA: Ing. Gladys Yaguana, MSc.

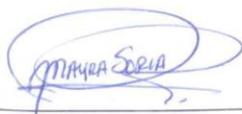
El objetivo principal de la presente investigación fue: Evaluar la eficiencia de mulch orgánico en el comportamiento agronómico e impacto ambiental en cultivos asociados maíz (*Zea mays*) - arveja (*Pisum sativum*) en Aloburo y Yahuarcocha, Imbabura-Ecuador. Entre los objetivos específicos se encuentran: Evaluar la eficiencia de tres tipos de mulch orgánico en el comportamiento agronómico de cultivos en asocio maíz (*Zea mays*)-arveja (*Pisum sativum*). Analizar los impactos ambientales generados por el mulch orgánico en los cultivos en asocio. Proponer un Plan de Manejo Ambiental utilizando mulch orgánico en cultivos asociados.

Fecha: 2 de julio de 2018


Ing. Gladys Yaguana, MSc.

Directora de Trabajo de Titulación

Autoras



Mayra Soria


Paola Enríquez

AGRADECIMIENTO

A Dios, ya que es el ser espiritual al cual damos gloria y honra, por la vida y cada una de sus innumerables bendiciones que recibo día tras día.

A todos los docentes que integran las Carreras de Ingeniería Agropecuaria e Ingeniería en Recursos Naturales Renovables de la Universidad Técnica del Norte, quienes compartieron sus experiencias, conocimientos y consejos en las aulas de clase, haciendo que la experiencia universitaria sea única.

Agradecimientos a nuestra querida Directora de tesis la Ing. Gladys Yaguana y asesores: Ing. Miguel Aragón Esparza, Ing. Mónica León e Ing. Sandra Gavilanes, por su tiempo, consejos y paciencia, lo cual nos motivó a culminar de manera exitosa nuestro trabajo de titulación y a su vez aportar con un granito de arena al desarrollo del campo agropecuario y ambiental.

Agradecimientos especiales al Ing. Gabriel Chimbo e Ing. Manuel Aguilar por sus aportes en el desarrollo y culminación es este trabajo investigativo, y a nuestros queridos compañeros Guido Mejía y David Monteros por su esmero y dedicación en el trabajo realizado en campo.

Agradecemos también a nuestra familia, compañeros y amigos quienes han sido un apoyo a lo largo de nuestra trayectoria estudiantil, ayudándonos a concluir satisfactoriamente este trabajo de titulación.

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación está dedicado a mi querida madre Sandra Proaño, por su tiempo, dedicación y paciencia, por ser el motor fundamental en cada una de mis etapas de vida, por el apoyo incondicional que día tras día me motivaron a seguir adelante pese a las adversidades.

De igual manera dedico a mi estimado tío Jorge Proaño quien con su apoyo, ejemplo y perseverancia me ha enseñado a ser mejor persona cada día.

De manera general agradezco a toda mi familia y amigos quienes de una u otra manera se han hecho presentes en mi formación como ser humano y profesional.

Mayra S.

A Dios por su infinito amor y por estar conmigo en cada paso que doy.

A mis padres Fabián y Zoila por ser el pilar fundamental en mi vida, por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y por su lucha por que nada me falte con el fin de cumplir mis sueños y metas. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, y sobre todo mi perseverancia para conseguir mis objetivos. Este logro se los debo a ustedes.

A mis hermanas Alexandra y Gabriela quienes con sus consejos han sido una voz de motivación cada día.

A mi esposo Geovanny por su cariño en todo momento por compartir momentos de alegría, tristeza y demostrarme que siempre podré contar con él; además, a ese pequeño ser que llegó a transformar mi vida y es parte de nuestra felicidad, a mi hija Paula Doménica.

Paola E.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE ANEXOS.....	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	xv
ÍNDICE DE TABLAS.....	xv
RESUMEN	xviii
ABSTRACT	xix
CAPÍTULO I.....	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Problema	3
1.3 Justificación	3
1.4 Objetivos.....	5
1.4.1 Objetivo General.....	5
1.4.2 Objetivos Específicos	5
1.5 Hipótesis	5
1.5.1 Hipótesis nula (Ho).....	5
1.5.2 Hipótesis alternativa (Ha).....	5
1.6 Pregunta directriz.....	5
CAPÍTULO II.....	6
2. MARCO TEÓRICO.....	6
2.1 Mulch.....	6
2.2 Tipos de mulch.....	6
2.2.1 Mulch Inorgánico	6
2.2.2 Mulch Orgánico.....	6
2.3 Efectos del mulch en el suelo	7
2.3.1 Efectos físicos.....	7
2.3.2 Efectos químicos	7
2.3.3 Efectos biológicos	7
2.4 Composición química de ciertos mulch orgánicos	7
2.5 Maíz	8

2.5.1	Morfología.....	8
2.5.2	Fisiología.....	9
2.5.3	Características agromorfológicas del maíz variedad Mishca.....	9
2.5.4	Principales plagas y enfermedades del maíz.....	9
2.6	Arveja.....	11
2.6.1	Morfología.....	11
2.6.2	Fisiología.....	11
2.6.3	Variedad INIAP -432 Lojanita.....	11
2.6.4	Características importantes de la variedad lojanita.....	11
2.6.5	Principales plagas y enfermedades de la arveja.....	12
2.7	Asociaciones con maíz.....	13
2.8	Impacto Ambiental de los cultivos.....	14
2.9	Impactos en los cultivos con mulch orgánico.....	15
2.10	Evaluación del impacto ambiental.....	16
2.11	Listas de chequeo.....	17
2.12	Método de la Matriz de Leopold.....	17
2.13	Sistema de evaluación ambiental Batelle-Columbus.....	19
2.14	Método de transparencias.....	19
2.15	Sistemas basados en un soporte informatizado del territorio (SIG).....	20
2.16	Determinación del Área de Influencia.....	20
2.17	Marco legal.....	21
2.17.1	Constitución del Ecuador.....	21
2.18.2	Ley de Gestión Ambiental.....	21
2.18.3	Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA).....	23
CAPÍTULO III.....		24
3.	METODOLOGÍA.....	24
3.1	Caracterización del área de estudio.....	24
3.1.1	Ubicación geográfica de las localidades.....	24
3.1.2	Ubicación.....	24
3.1.3	Línea base.....	25
3.1.4	Caracterización Biofísica.....	25

3.1.5	Caracterización del componente biótico/sitio.....	27
3.1.6	Características climáticas	28
3.2	Materiales, equipos, insumos y herramientas	29
3.2.1	Materiales	29
3.2.2	Equipo.....	29
3.2.3	Insumos.....	29
3.2.4	Software.....	30
3.3	Factores en estudio.....	30
3.3.1	Tratamientos	30
3.3.2	Diseño experimental.....	30
3.3.3	Características del experimento.....	31
3.3.4	Características de la unidad experimental para las dos localidades	31
3.3.5	Análisis estadístico	31
3.3.6	Análisis funcional	32
3.4	Variables evaluadas	32
3.4.1	Altura de plantas a los 30, 60 y 90 días	33
3.4.2	Diámetro de la mazorca.....	33
3.4.3	Longitud de la mazorca	33
3.4.4	Rendimiento	33
3.4.5	Días a la floración.....	33
3.4.6	Longitud de vaina	33
3.4.7	Número de vainas por planta en verde	33
3.4.8	Rendimiento en verde.....	34
3.4.9	Incidencia de malezas	34
3.4.10	Incidencia de Plagas y enfermedades	34
3.4.11	Evaluación de impacto ambiental.....	34
3.4.12	Propuesta del Plan de Manejo Ambiental.....	36
3.5	Manejo específico del experimento	36
3.5.1	Selección del terreno	36
3.5.2	Toma de muestras del suelo.....	37
3.5.3	Preparación del terreno	37
3.5.4	Delimitación de parcelas experimentales	37
3.5.5	Fertilización	37

3.5.6	Tratamiento de la semilla	38
3.5.7	Siembra.....	38
3.5.8	Deshierbas	38
3.5.9	Aplicación de mulch.....	38
3.5.10	Medio aporque y aporque	39
3.5.11	Tutorado	39
3.5.12	Riego.....	39
3.5.13	Control fitosanitario.....	39
3.5.14	Cosecha.....	39
CAPÍTULO IV		40
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	40
4.1	Comportamiento agronómico de cultivos en asocio.....	40
4.1.1	Altura de planta de maíz a los 90 días	40
4.1.2	Longitud de mazorca	41
4.1.3	Diámetro de mazorca.....	42
4.1.4	Rendimiento maíz.....	43
4.1.5	Número de vainas por planta de arveja	45
4.1.6	Longitud de vaina	46
4.1.7	Días a la floración arveja.....	46
4.1.8	Rendimiento arveja.....	47
4.1.9	Incidencia de cogollero.....	48
4.1.10	Incidencia de Fusarium sp.	49
4.1.11	Incidencia de Ascochyta sp en arveja.....	49
4.1.12	Número de malezas en el cultivo asociado.....	50
4.2	Estudio de Impacto Ambiental generado por el mulch en cultivos asociados.....	51
4.2.1	Identificación y valoración de Impactos Ambientales	54
4.3	Propuesta de Plan de Manejo Ambiental utilizando mulch orgánico en cultivos asociados.....	61
CAPÍTULO V		68
5.	CONCLUSIONES	68
6.	RECOMENDACIONES	70
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	71

8. ANEXOS.....	76
----------------	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Efecto del mulch orgánico en las plantas.....	15
Figura 2. Ubicación geográfica de las localidades Aloburo y Yahuarcocha.....	24
Figura 3. Diagrama ombrotérmico del área de estudio.	26
Figura 4. Mapa de uso actual.....	26
Figura 5. Impactos sobre los factores ambientales del proyecto - Yahuarcocha.....	55
Figura 6. Impactos sobre los factores ambientales del proyecto - Aloburo	56
Figura 7. Impactos sobre los componentes ambientales y sociales en cada fase del proyecto - Yahuarcocha.....	58
Figura 8. Impactos sobre los componentes ambientales y sociales en cada fase del proyecto - Aloburo	59
Figura 9. Impactos sobre los tratamientos localidad Yahuarcocha.	59
Figura 10. Impactos sobre los tratamientos localidad Aloburo	60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición nutricional de algunas pajas o rastrojos en porcentajes (%)	8
Tabla 2. Características agromorfológicas	9
Tabla 3. Características generales de la arveja variedad lojanita.	12
Tabla 4. Descripción geográfica de los sitios experimentales.....	25
Tabla 5. Listado florístico de la localidad Yahuarcocha.	27
Tabla 6. Listado faunístico de la localidad Yahuarcocha.	27
Tabla 7. Listado florístico de la localidad Aloburo	28
Tabla 8. Listado faunístico de la localidad Aloburo.....	28
Tabla 9. Tratamientos evaluados	30
Tabla 10. Esquema 1 del ADEVA.....	31
Tabla 11. Esquema 2 del ADEVA.....	32
Tabla 12. Esquema 3 del ADEVA.....	32
Tabla 13. Valores de magnitud e importancia para calificación de impactos identificados	35
Tabla 14. Interpretación de colores para impactos identificados	35
Tabla 15. Interacción de procesos e impactos ambientales (+) Positivo (-) Negativo.	36
Tabla 16. Fertilización básica en Yahuarcocha y Aloburo.....	38

Tabla 17. Control fitosanitario en Yahuarcocha y Aloburo.	39
Tabla 18. ADEVA para la variable altura de planta de maíz a los 30,60 y 90 días	40
Tabla 19. Análisis de varianza para longitud de la mazorca.	41
Tabla 20. Análisis de varianza para la variable diámetro de mazorca.	43
Tabla 21. Prueba de LSD Fisher ($p=0.05$) para localidad con respecto a la variable diámetro de mazorca.....	43
Tabla 22. Análisis de varianza para rendimiento de maíz.....	44
Tabla 23. Prueba de LDS Fisher (5%) para localidad con respecto a la variable rendimiento maíz.	44
Tabla 24. Análisis de varianza para la variable número de vainas por planta.....	45
Tabla 25. ADEVA para la variable longitud de vaina.....	46
Tabla 26. Análisis de varianza para la variable días a la floración.	46
Tabla 27. Prueba de LSD Fisher ($p=0.05$) para localidad y la variable días a la floración.	47
Tabla 28. Análisis de varianza para la variable rendimiento de arveja	47
Tabla 29. Análisis de varianza para la variable incidencia de cogollero.....	48
Tabla 30. Prueba de LSD Fisher ($p=0.05$) para localidad y la variable incidencia de cogollero del maíz.	48
Tabla 31. Análisis de varianza para la variable incidencia de fusarium en maíz.....	49
Tabla 32. Análisis de varianza para la variable incidencia de <i>Ascochyta sp.</i>	49
Tabla 33. Análisis de varianza para la variable número de malezas.	50
Tabla 34. ADEVA para la variable número de malezas.....	50
Tabla 35. Prueba de LSD Fisher para la variable número de malezas	51
Tabla 36. Matriz de Impacto Ambiental localidad Yahuarcocha.....	52
Tabla 37. Matriz de Impacto Ambiental localidad Aloburo.....	53
Tabla 38. Medidas para el Programa de agricultura sostenible.....	62
Tabla 39. Medidas para el programa de control de plagas.	64
Tabla 40. Medidas para el programa de calidad del aire.	66

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Análisis completo de suelo y cálculo de fertilización de la localidad Aloburo..	76
Anexo 2. Análisis completo de suelo y cálculo de fertilización de la localidad Yahuarcocha.	78

Anexo 3. Promedios ajustados y error estándar para la interacción localidad-tratamientos en la variable altura de planta total maíz, en Aloburo y Yahuarcocha.....	80
Anexo 4. Prueba de LSD Fisher para la interacción localidad-tratamiento con respecto a la variable longitud de mazorca.....	80
Anexo 5. Prueba de LSD Fisher para la interacción localidad-tratamiento con respecto a la variable número de vainas por planta.....	81
Anexo 6. Prueba de LSD Fisher para la interacción localidad-tratamiento con respecto a la variable longitud de vaina.....	81
Anexo 7. Prueba de LSD Fisher para la interacción localidad-tratamiento con respecto a la variable incidencia de <i>Fusarium sp.</i>	81
Anexo 8. Análisis de laboratorio para determinación de <i>Fusarium sp.</i> ; localidad Yahuarcocha.....	82
Anexo 9. Matriz de calificación Localidad Yahuarcocha	83
Anexo 10. Matriz de calificación Localidad Aloburo	84
Anexo 11. Fotografías	85

RESUMEN

En la presente investigación, se evaluó la eficiencia de tres tipos de mulch orgánico en el comportamiento agronómico e impacto ambiental de cultivos en asocio maíz (*Zea mays*)-arveja (*Pisum sativum*) en Aloburo y Yahuarcocha. Los objetivos específicos planteados fueron: Evaluar la eficiencia de tres tipos de mulch orgánico en el comportamiento agronómico de cultivos en asocio maíz (*Zea mays*) - arveja (*Pisum sativum*); analizar los Impactos Ambientales generados por el mulch orgánico en los cultivos en asocio y proponer un Plan de Manejo Ambiental utilizando mulch orgánico en cultivos asociados. Se utilizó un diseño estadístico de bloques completos al azar (DBCA), con cuatro tratamientos y cuatro bloques, cada unidad experimental estuvo conformada por un área de 10,44 m². Para el análisis de los resultados se utilizó el programa estadístico InfoStat, y para las variables con diferencias significativas se empleó la prueba de LSD Fisher al 5%. Las variables evaluadas fueron: altura de planta maíz a los 30, 60 y 90 días, longitud y diámetro de la mazorca, rendimiento en fresco para maíz y arveja, días a la floración de arveja, número de vainas por planta, longitud de la vaina, incidencia de plagas y enfermedades, número de malezas, impacto ambiental con la matriz de Leopold. Para altura de planta de maíz a los 90 días, en Yahuarcocha y Aloburo el mulch de cebada fue superior con 280,5 y 202,2 cm, respectivamente. Para longitud y diámetro de mazorca, en Yahuarcocha, el mulch de cebada presentó los mejores promedios 17,9 y 5,2 cm, y en Aloburo el mulch de arveja con 14,8 y 4,9 cm. En Aloburo y Yahuarcocha, el mulch de cebada presentó diferencias significativas en número de vainas por planta y longitud de vainas. Se registró la incidencia de *Fusarium sp.* en Yahuarcocha para el mulch de arveja, con 25% de incidencia. El mulch de fréjol mostró mejor incidencia en el control de malezas en las dos localidades con 33,4 y 41,1% respecto al tratamiento testigo. Los porcentajes obtenidos de la evaluación de la matriz de Leopold para Yahuarcocha fueron, 69% impactos positivos y el 31% impactos negativos, mientras que en Aloburo el 67% indica impactos positivos y el 33% impactos negativos lo cual demuestra que no se generan impactos ambientales que alteren de manera significativa el medio ambiente. El mayor efecto en el crecimiento y desarrollo de los cultivos, sanidad, control de malezas e impactos positivos se registró en los tratamientos con mulch en relación con el tratamiento testigo.

ABSTRACT

This research, the efficiency of three types of organic mulch in the agronomic behavior and environmental impact of crops in association with corn (*Zea mays*) -peas (*Pisum sativum*) in Aloburo and Yahuarcocha was evaluated. The proposed specific aims were: To evaluate the efficiency of three types of organic mulch in the agronomic behavior of crops in association with maize (*Zea mays*) - peas (*Pisum sativum*); Analyzing the environmental impacts generated by the organic mulch in the associated crops and proposing an environmental management plan using organic mulch. The statistical design was a completely randomized block design (CRBD), with four treatments and four replicates, each experimental unit was formed by an area of 10.44 m². The results, the statistical program InfoStat was used, and for the variables with significant differences, at 5 % of significance level the Fisher LSD. The evaluated variables were: corn plant height at 30, 60 and 90 days after sowing, cob length and diameter, fresh yield for corn and peas, days at pea flowering, number of pods per plant, length of pod, pest and diseases incidence, number of weeds, environmental impact with the Leopold matrix. Plant height in corn at 90 days after sowing, in Yahuarcocha and Aloburo the barley mulch was highest with 280.5 and 202.2 cm, respectively. For ear length and diameter, in Yahuarcocha, the barley mulch showed the best averages 17.9 and 5.2 cm, and in Aloburo the pea mulch with 14.8 and 4.9 cm. In Aloburo and Yahuarcocha, the barley mulch showed significant differences in the number of pods per plant and pod length. The incidence of *Fusarium sp.*, in Yahuarcocha, was recorded for pea mulch, with 25% incidence. Bean mulch better controlled weeds in both locations with 33.4 and 41.1% compared to the control treatment. The percentages obtained from the evaluation of the Leopold matrix for Yahuarcocha were 69% positive impacts and 31% negative impacts, while in Aloburo 67% indicate positive impacts and 33% negative impacts, which shows that no impacts are generated. Environmental changes that significantly alter the environment. The greatest effect on crop growth and development, health, weed control and positive impacts was recorded in mulch treatments in relation to the control treatment.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

De acuerdo con la FAO (2014), el manejo adecuado del suelo y agua, son de vital importancia para la producción agrícola sostenible; el suelo garantiza el secuestro y almacenamiento de carbono, provee materias primas, posibilita el ciclo de nutrientes, es el medio donde se reserva el agua, contiene el patrimonio geológico, mantiene la biodiversidad, sirve para satisfacer las necesidades de los cultivos y la demanda de alimentos de una población que crece de manera acelerada.

En contraste con lo señalado, en el Ecuador la erosión y degradación del suelo, afecta el 48 % de la superficie del país y tiene su origen en la producción de monocultivos, el uso excesivo de pesticidas y mecanización en sitios inapropiados, este método de agricultura convencional, practicada con mayor énfasis en los últimos 35 años, prioriza la cantidad producida antes que la calidad, y genera afectaciones al suelo, agua y aire (Suquilanda, 2008).

El uso de coberturas vegetales o mulch, es una práctica que protege al suelo contra los impactos medioambientales, aumenta la retención de humedad, evita la evaporación, mantiene la temperatura más estable y disminuye el crecimiento de malezas (FAO, 2011). Márquez, Córdova, Castejón, & Higuera (2003), determinaron que las técnicas de aplicación de coberturas y hacer pases de rastra producen mayores rendimientos y respuestas de dichos componentes, en comparación con la aplicación de herbicidas pre-emergentes y limpias con escardilla.

Bunch (1993), menciona que, con la utilización de malezas como *Cyperus rotundus* se reduce la incidencia de plagas y contribuye al incremento de microflora y microfauna del suelo. En la investigación del efecto de las coberturas arbóreas y vegetales muertas sobre la producción de café en el norte de Colombia, en los resultados se evidenció una estabilidad en la temperatura del suelo en los tratamientos con mulch, lo cual contribuye a la acumulación de materia orgánica e incremento de los contenidos de N, P, K, Ca y Mg en el suelo, lo cual se traduce en un mejoramiento de la producción de café (Farfán, Baute, & García, 2008).

En investigaciones donde se colocó mulch de trigo y ramas de hojas de arbustos, por un periodo de tres años, se mantuvo la humedad de la capa arable, 2% mayor que en aquellas superficies en las que no se utilizó estas coberturas; así como también se registró un incremento en los rendimientos, especialmente en las parcelas que contenían mulch de ramas con hojas, en relación con las parcelas donde se trabajó con rastrojo de trigo (FAO, 2011).

Según Contreras & Moreno (2005), al utilizar cobertura vegetal muerta y asocio de cultivos con mínimos manejos agronómicos, se garantiza un 35 % de supervivencia de las plántulas. Estos resultados se pueden contrastar con los reportados por Primavesi (1982), quien afirmó que, al incrementar la cantidad de materia orgánica, aplicada como cobertura muerta, aumenta el porcentaje de supervivencia gracias a la disponibilidad de agua, minimizando la incidencia de rayos solares al suelo y, reduciendo las fluctuaciones de temperatura entre el día y la noche.

Los cultivos asociados o policultivos son aquellos que se intercalan entre dos o más especies de plantas, en una unidad de terreno y permiten obtener al menos dos o más cultivos al año (Liebman, 1997). Según este autor constituye más del 80% del área cultivada de África Occidental; son muy comunes en Asia donde se hacen socios de mijo, maíz, arroz, sorgo y trigo de secano Okigbo & Greenland (1976); Stainer (1984) citados en (Liebman, 1997).

En Latinoamérica la mayor parte de la producción proviene del sistema de policultivos, los cuales permite obtener; mayor rendimiento en relación al monocultivo, mejor uso del suelo y mejor rentabilidad económica neta; mayor estabilidad energética, ecológica, económica y social (Liebman, 1997). En el Ecuador el asocio de cultivos están relacionados con la forma de producción campesina local que de acuerdo con (Altieri, Funes, Petersen, Tomic & Medina 2011), “el Ecuador ocupa más del 50% de la superficie dedicada a cultivos alimentarios”.

1.2 Problema

Según la Agencia Alemana para la Cooperación Económica y el Desarrollo BMZ, 1999 citada en García (2010), en Latinoamérica las “zonas secas” (áridas, semiáridas y subhúmedas), con precipitaciones menores a 600 mm anuales, constituyen 543 millones de hectáreas de las cuales 360 millones están en peligro de desertificación. Las áreas secas se caracterizan por escasa cobertura vegetal, limitada retención y disponibilidad de humedad, dejando las superficies expuestas a la acción de agentes de remoción y arrastre del suelo; produciéndose altos niveles de escorrentía (FAO, 2011).

En las localidades de Aloburo y Yahuarcocha, donde se ejecutó el estudio, el promedio de precipitación está alrededor de los 650 mm anuales, con presencia de temporadas seca marcada que va de junio a septiembre (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2013). La cobertura vegetal es escasa, los suelos son superficiales, pobres en materia orgánica y de fácil drenaje dada su textura franco-arenosa y arenosa; las bajas precipitaciones no alcanzan para cubrir los requerimientos de los cultivos de maíz, arveja, fréjol, hortalizas y frutales que sirven para la alimentación familiar y la venta de pequeños excedentes cuando se logran; bajo estas condiciones se debe recurrir a la cada vez más limitada disponibilidad de agua de riego donde sus caudales se ha reducido de 7,2 a 2,5 l/s en el 2014 (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de San Miguel de Ibarra, 2016).

1.3 Justificación

La eficiente incorporación de zonas secas al proceso productivo depende de las medidas que se apliquen para la conservación de la humedad y el incremento de la MO del suelo. Esta investigación comprende el empleo de “mulch” (colchón vegetal), práctica que ancestralmente algunas comunidades indígenas han venido usando en sus “Conucos”. Márquez et al. (2003), manifiestan que el 50 a 60% de los campesinos del Sur de México y de Centroamérica producen bajo este sistema.

Márquez, Córdova, Castejón & Higuera (2003), sostienen que el uso de coberturas vegetales se justifica ya que su utilización ayuda a prevenir la erosión del suelo, aporta nutrientes disponibles para la planta, aumenta la actividad microbiana transformadora de la

MO, retiene la humedad del suelo, aumenta la retención de fertilizantes y ejerce un control de las malezas al reducir la capacidad fotosintética de los arvenses. Además, se ha reportado que algunas coberturas vegetales pueden presentar efectos alelopáticos, aumentando la población de micorrizas en la rizósfera de las plantas, ayudando a la liberación del fósforo y su aprovechamiento por parte de la planta (Márquez et al., 2003).

La gestión del suelo forma parte de las políticas para el cambio de la matriz productiva del Ecuador, por ello, la presente investigación se llevó a cabo con la finalidad de mejorar las condiciones de vida de los habitantes de las comunidades de Aloburo y Yahuarcocha, promoviendo una alternativa agroecológica para el manejo y conservación del suelo, enmarcado al cumplimiento de una de las líneas de acción prioritarias del Plan Nacional del Buen Vivir, que es: “Transferir tecnología para la recuperación de suelos degradados o improductivos” (Plan Nacional del Buen Vivir, 2017).

Por otra parte esta investigación forma parte del proyecto “Eficiencia de mulch orgánico en el mejoramiento de suelos y conservación de la humedad en parcelas de cultivos asociados en Aloburo y Yahuarcocha, Imbabura- Ecuador”; financiado por la Universidad Técnica del Norte y ejecutado por el Centro Universitario de Investigación Científica y Tecnológica del Grupo de Investigación “Manejo y Conservación de Suelos y Aguas”.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

- Evaluar la eficiencia de mulch orgánico en el comportamiento agronómico e impacto ambiental en cultivos asociados maíz (*Zea mays*) - arveja (*Pisum sativum*) en Aloburo y Yahuarcocha, Imbabura-Ecuador.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Evaluar la eficiencia de tres tipos de mulch orgánico en el comportamiento agronómico de cultivos en asocio maíz (*Zea mays*) - arveja (*Pisum sativum*).
- Analizar los impactos ambientales generados por el mulch orgánico en los cultivos en asocio.
- Proponer un Plan de Manejo Ambiental utilizando mulch orgánico en cultivos asociados.

1.5 Hipótesis

1.5.1 Hipótesis nula (H_0)

El mulch orgánico no influye en el comportamiento agronómico de cultivos asociados maíz (*Zea mays*)- arveja (*Pisum sativum*) en Aloburo y Yahuarcocha

1.5.2 Hipótesis alternativa (H_a)

El mulch orgánico influye en el comportamiento agronómico de cultivos asociados maíz (*Zea mays*)- arveja (*Pisum sativum*) en Aloburo y Yahuarcocha

1.6 Pregunta directriz

¿La utilización de mulch orgánico en cultivos en asocio maíz (*Zea mays*)- arveja (*Pisum sativum*) generan mayores impactos ambientales positivos que negativos?

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Mulch

El mulch (cobertura orgánica o inorgánica), es una especie de acolchado o mantillo, cuya labor fundamental es la de proteger el suelo de una acción erosiva de lluvias y disminuir la velocidad de escorrentías; el mulch también es un agente termorregulador donde beneficia el desarrollo de fauna y flora microbiana, debido a que su procedencia varía de distintos materiales, se produce la descomposición obteniéndose varios efectos positivos tanto en el suelo como en la planta (Primavesi, 1982).

Ulcuango (2013), señala que el término mulching o acolchado es una técnica de protección al suelo, amigable con el medio ambiente al ser colocado de una manera correcta, es decir no mayor a un espesor de 2-7 cm, debido a que el cultivo podría sufrir daños significativos si el espesor del mulch es superior o si se utiliza materiales inapropiados.

2.2 Tipos de mulch

2.2.1 *Mulch Inorgánico*

Los mulch inorgánicos corresponden a varios tipos de piedras volcánicas, materiales geotextiles, goma pulverizada, entre otros. Estos tipos de mulch no se descomponen con rapidez, por lo que no necesitan ser reabastecidos con frecuencia. Por otro lado, no mejoran la estructura, no incorporan MO, ni provee de nutrientes al suelo, por tales razones muchos de los horticultores y arbolistas prefieren el mulch orgánico (Ulcuango, 2013).

2.2.2 *Mulch Orgánico*

El mulch orgánico incluye astillas o virutas de madera, hojas, corteza de árboles, cáscaras de cacao, mulch mixto y una gran variedad de otros productos generalmente derivados de plantas. El mulch orgánico se descompone a diferentes ritmos dependiendo del material. Los que se descomponen más rápido se tienen que reabastecer con más frecuencia debido a que el proceso de descomposición mejora la calidad del suelo y su fertilidad, como muchos profesionales consideran benéfica esta característica, a pesar de que aumenta la necesidad de mantenimiento (Ulcuango, 2013).

Para González (2007), una cobertura de mulch reanima la actividad de los organismos del suelo como son las lombrices que abren poros grandes y pequeños, a través de los cuales el agua lluvia se infiltra con facilidad, reduciendo la escorrentía superficial. Además, al descomponerse las coberturas vegetales, aumentan el contenido de MO en el suelo; impide la competencia de las plantas por la radiación solar, el agua y otros factores.

2.3 Efectos del mulch en el suelo

Primavesi (1982) , detalla los efectos de la utilización del mulch en el suelo.

2.3.1 Efectos físicos

- ✓ Cuando se mezcla el mulch con la capa superior del suelo, se mantiene mayor humedad y aumenta el crecimiento de las raíces.
- ✓ Reduce la evaporación, disminuyendo los días de riego.
- ✓ Mejora y estabiliza la estructura del suelo, actúa como amortiguador reduciendo la compactación del suelo y favorece la retención de humedad.

2.3.2 Efectos químicos

- ✓ En climas tropicales el mulch se descompone en dos o tres meses, liberando mínimas cantidades de nutrientes que pueden ser utilizadas por las plantas.
- ✓ Incrementa el contenido de MO en el suelo.

2.3.3 Efectos biológicos

- ✓ Sirve como alimento y mantiene una temperatura constante para los microorganismos que se encuentran en el suelo, garantizando su actividad.
- ✓ Ayuda a reducir la erosión genética y disminución de biodiversidad en los microorganismos.

2.4 Composición química de ciertos mulch orgánicos

Las pajas y rastrojos comprenden las hojas y tallos de las plantas que permanecen al terminar el crecimiento vegetativo, su composición química está determinada por la relación hoja/tallo y por la especie o familia de la planta (Reyes, 1990).

Owen, citado por Reyes (1990), afirma que por lo general la paja de trigo es más pobre en principios nutricionales que la de cebada, también existen diferencias entre familias y al comparar la composición química de las pajas de cereales con las de leguminosas (Tabla 1).

Tabla 1. Composición nutricional de algunas pajas o rastrojos en porcentajes (%)

Forraje	PC	PCD	FC	Ca	N	P	K
Paja trigo	3	0.3	40	0.23	0.49	0.08	0.85
Paja arroz	4	0.6	36	0.21	0.42	0.08	1.32
Paja cebada	5	0.8	42	0.36	0.56	0.12	1.47
Rastrojo maíz	7	2.3	34	0.32	0.59	0.06	0.50
Paja avena	4	0.8	40	0.21	0.66	0.11	1.51
Paja soya	4	1.4	39	--	1.3	0.14	0.70
Paja fréjol	8	4.0	45	--	1.63	1.00	--

PC=Proteína cruda; PCD=Proteína cruda digestible; FC= Fibra cruda; Ca= Calcio; N=Nitrógeno; P=Fósforo; K= Potasio.

Fuentes: Reyes (1990), Martínez & Leyva (2014).

2.5 Maíz

2.5.1 Morfología

El cultivo de maíz pertenece a la familia poaceae, su ciclo vegetativo oscila entre los 80 y 200 días, desde la siembra hasta la cosecha (Parsons, Mondoñedo, Salinas, & Olmos, 1990). Por su parte Parsons, Mondoñedo, Salinas, & Olmos (1990), definen la estructura del maíz de la siguiente manera:

Planta. Existen variedades enanas de 40 a 60 cm de altura hasta gigantes de 200 a 300 cm.

Tallo. Es leñoso y cilíndrico. El número de los nudos varía de 8 a 25, con un promedio de 16.

Hoja. La vaina de la hoja forma un cilindro alrededor del entrenudo, pero con los extremos desunidos. Su color usual es verde pero se puede encontrar hojas rayadas de blanco y verde. El número de hojas por planta varía entre 8 y 25.

Sistema radicular.

Raíz principal. Está representada por una a cuatro raíces, que dejan de funcionar pronto, se originan en el embrión; suministra nutrientes a las semillas en las dos primeras semanas.

Raíces adventicias. El sistema radicular de una planta es casi en su totalidad de tipo adventicio, pudiendo alcanzar hasta dos metros de profundidad según la variedad.

Raíces de sostén o soporte. Este tipo de raíces realizan la fotosíntesis, se originan en los nudos, cerca de la superficie del suelo; favorecen una mayor estabilidad y disminuyen los problemas de acame.

2.5.2 Fisiología

La fisiología del maíz está determinada, en su mayoría por el factor genético; la forma de crecimiento y desarrollo de la planta depende de las condiciones ambientales, hasta cierto punto. Bajo condiciones óptimas de temperatura, humedad y aireación, el maíz germina a los seis días posteriores a la siembra. No requiere luz para germinar y no presenta problemas de latencia o dormancia (Parsons, Mondoñedo, Salinas, & Olmos, 1990).

2.5.3 Características agromorfológicas del maíz variedad Mishca

Las principales características agromorfológicas del maíz variedad Mishca se detallan en la Tabla 2.

Tabla 2. Características agromorfológicas

Características	Promedio
Número de hojas sobre la mazorca superior	5
Longitud de mazorca (cm)	12,1
Diámetro de mazorca (cm)	4,7
Peso de 1000 semillas (g)	600
Tamaño de grano (mm)	16
Tipo de grano	Harinoso
Color de grano	Amarillo
Altura de planta (cm)	133-237
Días a la cosecha en tierno	115
Días a la cosecha en seco	258
Rendimiento en grano seco (t/ha)	2,5 – 7,6
Rendimiento comercial en choclos (sacos/ha)	160- 305

Fuente: INIAP (2002).

2.5.4 Principales plagas y enfermedades del maíz

2.5.4.1 Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith)

El gusano cogollero pertenece al orden lepidóptera, es uno de los insectos plaga que ocasionan más pérdidas económicas a los cultivos, en su fase larvaria se alimentan de las

hojas del maíz hasta la segunda muda para después avanzar al cogollo de la planta donde consumen el tejido tierno de las hojas apicales provocando la muerte en plantas recién nacidas y crecimiento anormal en plantas ya establecidas (INIAP, 1999).

2.5.4.2 Gusano de la mazorca (*Heliothis spp*)

Es un insecto del orden de los lepidópteros, su mayor actividad la realiza durante la noche ovipositando los huevos sobre los estilos de la mazorca y el envés de las hojas, en estado larvario se alimentan de estigmas, estilos y granos de la mazorca dejando aberturas los cuales son susceptibles al ataque de bacterias y hongos, así como también de insectos de almacenamiento como gorgojos (INIAP,1999).

2.5.4.3 Pudrición de tallo (*Pythium spp*)

La pudrición de tallo ocasionado por *Pythium spp*, es un hongo que se encuentra en zonas templadas, regiones subtropicales o tropicales cálidas y húmedas, ocasiona pudrición del tallo y de las semillas, por lo general atacan a plantas que no han llegado al periodo de floración. Afecta los entrenudos inferiores, tomando un aspecto acuoso y ocasionando el acame de las plantas debido a que los entrenudos dañados se tuercen; las plantas pueden permanecer vivas hasta que el tejido vascular se destruya (CIMMYT, 2004).

2.5.4.4 Roya común (*Puccinia sorghi*)

La roya común es un hongo ampliamente distribuido a nivel del mundo, se propaga en climas subtropicales y templados, en tierras altas y con gran humedad. La roya es más notable en plantas que se encuentran en periodo de floración, su afectación es visible a través de pequeñas pústulas de color café claro, presentes en el haz y envés de las hojas, cuando existe un ataque inicial para luego tornarse a un color negruzco a medida que madura la planta (CIMMYT, 2004).

2.5.4.5 Pudrición de tallo (*Fusarium spp*)

La pudrición de tallo ocasionada por *Fusarium spp* es difícil de observar en etapas iniciales de la afectación, ya que los cuerpos fructíferos no son visibles. Las plantas afectadas permanecen erectas cuando se secan y aparecen lesiones de color café oscuro en los entrenudos inferiores, al realizar un corte transversal se observa que el floema de los tallos infectados presenta una coloración café oscuro y un oscurecimiento general de tejidos (CIMMYT, 2004).

2.6 Arveja

2.6.1 *Morfología*

La arveja es una planta herbácea familia de las fabaceae que vegeta normalmente en climas templados, con alturas comprendidas entre 2400 y 3200 msnm (INIAP, 1997). La descripción morfológica es descrita por Nadal, Moreno, & Cubero (2004), de la siguiente manera:

Tallo. La arveja posee tallos delgados, trepadores angulosos o erguidos según la variedad y el hábito de crecimiento definido o indeterminado.

Flores. Son grandes con corolas papilionáceas y blancas que se insertan en la parte axilar de las hojas por medio de un largo pedúnculo.

Hojas. Están constituidas por dos estípulas que rodean al tallo en la parte basal, folíolos opuestos lanceolados o alternos y en la parte terminal se aprecian los zarcillos que varían de tres a cinco y de los sirven de guía para la planta.

Raíces. El sistema radicular está formada por una raíz principal y raíces secundarias que pueden alcanzar más de un metro de profundidad según la variedad.

2.6.2 *Fisiología*

La evolución fisiológica va a depender de la variedad y el destino de la producción, en condiciones de humedad y temperatura apropiada la semilla germina de 10 a 15 días después de la siembra, tiempo en el cual emerge el hipocótilo que contiene en su parte apical los cotiledones de la semilla, su ciclo biológico varía de 45 a 50 días en variedades precoces y de 90 a 120 días en variedades tardías (Puga, 1992).

2.6.3 *Variedad INIAP -432 Lojanita*

Se origina en la línea E-150, colectada en Imbabura (Pimampiro), conservada y registrada en el banco activo del programa de leguminosas, las evaluaciones se realizaron a través de la selección intravarietal simple (INIAP,1997).

2.6.4 *Características importantes de la variedad lojanita.*

Las principales características de la arveja variedad lojanita se enlistan en la Tabla 3.

Tabla 3. Características generales de la arveja variedad lojanita.

Características	Promedio
Morfológicas	
Hábito de crecimiento	Erecta
Color de la flor	Blanca
Color de grano seco	Crema
Forma de grano	Esférico
Tipo de grano	Liso
Altura de planta (cm)	51
Largo de la vaina (cm)	7
Agronómicos	
Días a la floración	68
Días a la cosecha en verde	85 a 95
Días a la cosecha en seco	115 a 120
Rendimiento en grano seco (kg/ha)	2140
Rendimiento en vaina verde (kg/ha)	5038
Rendimiento en grano tierno (kg/ha)	2496

Fuente: INIAP, (1997).

2.6.5 Principales plagas y enfermedades de la arveja

2.6.5.1 Pulgones (*Macrosiphum pissi*)

Los áfidos causan daños al alimentarse de las hojas de arveja pero su principal efecto es la transmisión de virus, en ciertos casos los áfidos adquieren los virus en períodos cortos de alimentación (menos de un minuto) y lo transmiten en igual tiempo sin que haya incubación dentro del vector, en otros casos los pulgones adquieren los virus después de un largo periodo de alimentación (15 a 60 min), los cuales tienen un periodo de incubación de 8 a 12 horas al igual que su transmisión, además requiere que los pulgones colonicen el cultivo, por lo que su diseminación es menor (García, Calderón, & Alvarez, 1993).

2.6.5.2 Mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum* W.)

Los adultos y ninfas causan daños directos cuando insertan su estilete en el floema y extrae la savia lo cual reduce el vigor de la planta, la calidad del producto y disminuye la producción, y los daños indirectos se producen por la excreción de una sustancia azucarada que recubre las hojas y sirve de sustrato para el crecimiento de un hongo conocido como fumagina (Cardona, Rodriguez, & Bueno, 2005).

2.6.5.3 Minadores (*Liriomyza trifolii*)

En estado adulto la mosca minadora perfora el haz de las hojas en el cual ovipositan entre el 10 a 15 % de las heridas, mientras que el resto les sirve para su alimentación, el mayor daño lo causan las larvas al alimentarse del mesófilo de las hojas, es decir entre el haz y el envés, lo que provocan la formación de galerías en las mismas (Crespo, 2012).

2.6.5.4 Ascochyta (*Ascochyta pisi*)

Es un hongo que se presenta por lo general en cultivos sembrados al voleo antes que en los tutorados, ataca hojas, tallos y vainas durante el periodo de floración y formación de vainas formando manchas redondas de 5 mm de diámetro de color amarillo con bordes oscuros, las condiciones favorables para el desarrollo de esta enfermedad son lluvias intensas y alta humedad relativa (Osorio & Castaño, 2011).

2.6.5.5 Oídio o cenicilla (*Erysiphe pisi*)

El oídio en el cultivo de arveja es una enfermedad común que se desarrolla con más intensidad conforme las temperaturas se incrementan, el micelio del hongo cubre las hojas, tallos y vainas formándose una masa blaquescina polvorienta, el daño causado por el hongo produce zonas cloróticas y deformes, las vainas atacadas no se desarrollan bien y quedan manchadas. (Villamizar, 2014).

2.7 Asociaciones con maíz

Según lo manifiesta (Reyes, 1990), se considera siembras asociadas al sistema de producción donde las semillas de diferentes especies son sembradas en un mismo surco. El caso más común entre el asocio de gramíneas con leguminosas en varias modalidades:

- En el mismo surco alternar una gramínea y una leguminosa.
- Siembra conjunta de una gramínea y una leguminosa.
- Sembrar una gramínea con una leguminosa, de media guía o de guía, mezclando las dos especies con distribución al azar en el surco.

Al analizar en forma más completa las razones de la práctica de este sistema de producción por los pequeños agricultores, se mencionan algunas ventajas en relación a la siembra en monocultivo (Reyes, 1990):

- Mayor flexibilidad en necesidades de mano de obra en labores de cultivo y cosecha durante el año.

- Mayor facilidad para el uso de recursos de capital.
- Uso máximo en recursos ecológicos en tiempo y espacio.
- Se maximiza la producción económica por unidad de área.
- Existe mayor estabilidad en la producción, por reducirse los riesgos contra las variaciones del clima y de los precios de los productos en el mercado.
- Existe una mayor protección del suelo contra la erosión por el mayor tiempo de cobertura vegetal.
- Mantiene la fertilidad del suelo por la inclusión de leguminosas en la asociación.
- Hay mejor control de malezas por el efecto de sombreado.
- Mejor balance nutricional por haber disponibilidad de alimentos por mayor tiempo.

Reyes (1990), menciona también algunas desventajas en la práctica de las asociaciones, tales como:

- Mayor dificultad en las prácticas culturales como son en la aplicación de insecticidas, deshierbas y labores de cosecha.
- Se requiere más mano de obra.
- La cosecha no se puede mecanizar.

2.8 Impacto Ambiental de los cultivos

Sobrero (2003), manifiesta que a comparación de las industrias, la agricultura, al ser una actividad de producción de alimentos que trabaja con insumos naturales como la tierra y el agua, al producir alimentos y al carecer de lugares de emisión de gases contaminantes, se ha visto libre de ser considerada durante mucho tiempo como una actividad con capacidad de crear impactos o efectos negativos en el medio ambiente.

En la actualidad, ha quedado demostrado que la agricultura provoca graves daños en el entorno mientras no se empleen prácticas correctas en la aplicación de abonos, gestión de residuos, entre otros, los impactos ambientales que puede ocasionar esta actividad primaria pueden ser altamente significativos (Sobrero, 2003).

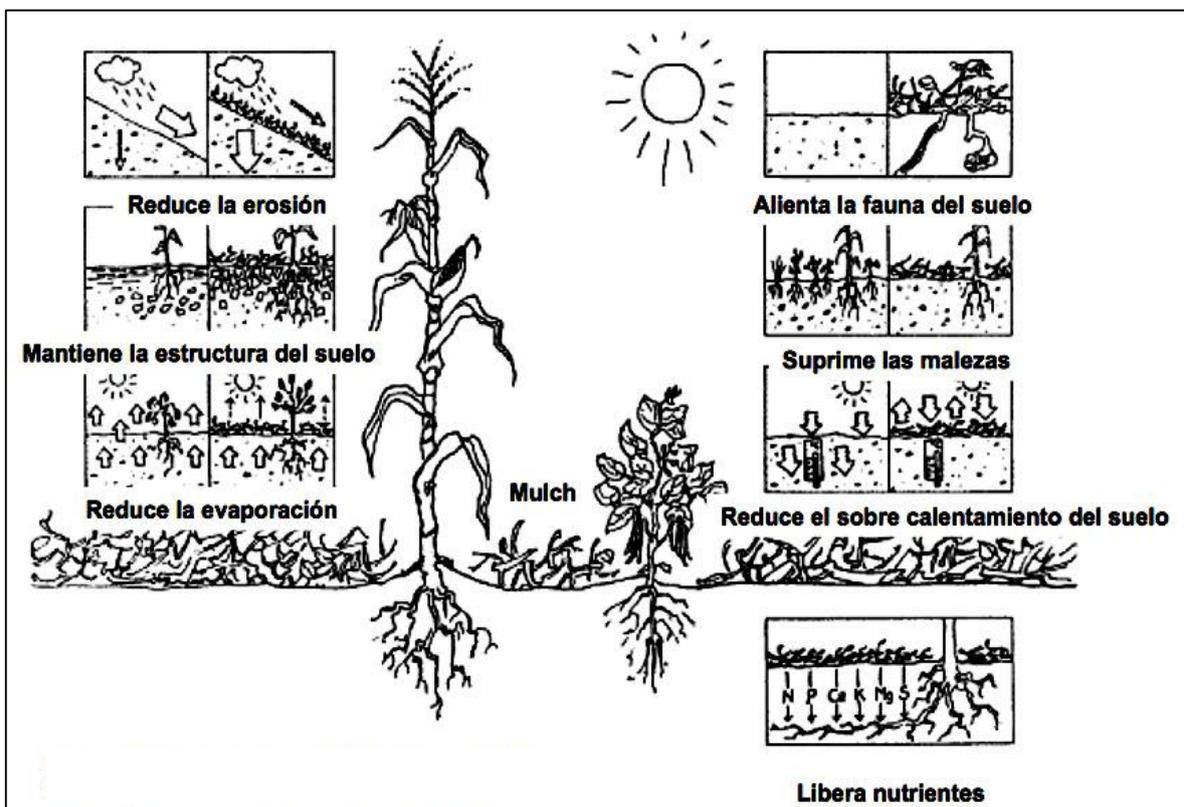
Para Cárdenas (2009), la actividad agrícola y ganadera afecta a determinados ecosistemas naturales en mayor o menor grado, siendo algunos de sus efectos negativos los siguientes:

- Disminución de la productividad del suelo: erosión o compactación, pérdida de MO, disminución de la retención hídrica, baja actividad biológica y salinización.
- Acumulación de contaminantes: sedimentos, fertilizantes, pesticidas.

- Déficit de agua: sobreexplotación al no respetar los ciclos naturales que mantienen su disponibilidad.
- Aparición de resistencias a los pesticidas en las plagas.
- Pérdida de especies polinizadoras.
- Reducción de la diversidad genética por la uniformidad de cultivos.
- Riesgos potenciales para la salud relacionados con la aparición de residuos, en ocasiones tóxicos en los alimentos.

2.9 Impactos en los cultivos con mulch orgánico

Salgado (2006), menciona que el mulch orgánico, derivados de material de origen vegetal, se descompone con el tiempo enriqueciendo y mejorando el suelo, esto da lugar a la aireación creciente de los suelos pesados o arcillosos y el mejoramiento del agua en movimiento. Además, mejora y estabiliza la estructura del suelo (arreglo de las partículas del suelo) reduciendo el impacto de la lluvia, del peso (tránsito sobre el suelo) y de los cultivos, especialmente cuando está húmedo como se muestra en la Figura 1.



Fuente: Salgado (2006).

2.10 Evaluación del impacto ambiental

La Evaluación del impacto ambiental tiene como objetivo proteger los recursos naturales, la salud humana y la ecología. Esto permite detener el proceso degenerativo del deterioro ambiental y perfeccionar el proyecto en cuestión, a través de la defensa y justificación de una solución acertada. Además de canalizar la participación ciudadana, aumentar la experiencia práctica (tras su puesta en marcha) y generar una mayor concientización de la problemática ecológica. (Dellavedova, 2011)

Para Andrango (2010), numerosos tipos de métodos han sido desarrollados y usados en el proceso de evaluación del impacto ambiental (EIA) de proyectos. Sin embargo, ningún tipo de método por sí sólo, puede ser usado para satisfacer la variedad y tipo de actividades que intervienen en un estudio de impacto; por lo tanto, el tema clave está en seleccionar adecuadamente los métodos más apropiados para las necesidades específicas de cada estudio de impacto.

Los métodos más usados tienden a ser los más sencillos, incluyendo analogías, listas de verificación, opiniones de expertos, cálculos de balance de masa y matrices, etc. Aún más, los métodos de evaluación de impacto ambiental (EIA) pueden no tener aplicabilidad uniforme en todos los países debido a diferencias en su legislación, marco de procedimientos, datos de referencia, estándares ambientales y programas de administración ambiental. (Andrango, 2010)

Deben seleccionarse a partir de una valoración apropiada producto de la experiencia profesional y con la aplicación continuada de juicio crítico sobre los insumos de datos y el análisis e interpretación de resultados. Uno de sus propósitos es asegurar que se han incluido en el estudio todos los factores ambientales pertinentes. (Gómez, 1992)

Gómez (1992), menciona varias metodologías generales existentes, se pueden seleccionar en función de que representan un amplio rango de opciones, las siguientes:

- Listas de chequeo
- Matriz de Leopold
- Sistema de evaluación ambiental Batelle-Columbus
- Método de transparencias (Mc Harg)
- Análisis costes-beneficios
- Modelos de simulación

- Sistemas basados en un soporte informatizado del territorio

2.11 Listas de chequeo

Se conocen también como listados de control o de verificación, las cuales en términos generales consisten en listados de preguntas o aspectos, cuyas funciones principales son:

- Estimular al analista a pensar acerca de las posibles consecuencias de un proyecto determinado.
- Chequear listas de impactos o de variables que deben ser consideradas en determinados tipos de proyectos, las cuales han sido configuradas previamente con base en proyectos anteriores.

En la investigación “Evaluación del impacto ambiental provocado por el proceso de producción de frutilla (*fragaria dióica*) en la comunidad de Inti Huaycopungo, parroquia González Suárez (Provincia de Imbabura)” realizada por (Anrango, 2017), menciona que en este estudio se utilizó el método de la Lista de chequeo simple debido a que no se tiene datos numéricos que puedan aportar hacia una evaluación ponderada, si bien es cierto, se podrían hacer análisis, midiendo el grado de afectación en los recursos naturales, pero resultaría costoso como para un trabajo de disertación.

2.12 Método de la Matriz de Leopold

Uno de los primeros métodos sistemáticos de evaluación de impactos ambientales, es la matriz de Leopold, fue diseñada para la evaluación de impactos asociados con casi cualquier tipo de proyectos de construcción.

Consiste en una matriz de doble entrada en la cual las entradas de las columnas son las acciones del hombre que pueden alterar el medio y las entradas de las filas son los factores ambientales susceptibles de alterarse, con estas entradas en columnas y filas se pueden definir las interacciones existentes. Esta matriz solo tiene sentido cuando va acompañada de una explicación sobre los impactos identificados, de su valor, de las medidas para mitigarlos y del programa de seguimiento y control. (Villaba, 2015)

Para el presente estudio los factores ambientales afectados son los que tienen que ver con la cadena productiva del maíz y arveja, esta cadena empieza desde la preparación del suelo, la adecuación del ambiente de cultivo y la población que depende de esta actividad además de otros factores. Los factores ambientales se consideran agrupados en las siguientes categorías:

I Características físico- químicas

- a. Suelo
- b. Agua
- c. Atmósfera
- d. Procesos

Las características físico- químicas que son afectadas mayoritariamente durante la actividad agrícola son: el suelo durante la fase de preparación del terreno y cuidados culturales que pueden ocasionar erosión y compactación del mismo. De la misma forma en el aire puede existir posible contaminación a causa de los productos fitosanitarios y material particulado, durante el tractorado, surcado y siembra.

II Condiciones biológicas

- a. Flora
- b. Fauna

A consecuencia de los cultivos el medio biológico puede presentar fragmentación del hábitat referido principalmente a las especies de aves que rondan con mayor frecuencia estos lugares.

III Factores culturales

- a. Usos del territorio
- b. Recreativos
- c. Estéticos y de interés humano
- d. Nivel cultural
- e. Servicios e Infraestructuras

El paisaje rural a diferencia de otros ocupa territorio donde se desarrollan las actividades agrícolas, ganaderas o forestales. Se considera que la utilización del mulch orgánico en los cultivos mejora la calidad del paisaje, dándole un valor agregado a sus características.

IV Relaciones ecológicas

Los proyectos y sus elementos se agrupan en las siguientes categorías:

- a. Modificación del régimen
- b. Transformación del territorio y construcción
- c. Extracción de recursos

- d. Procesos
- e. Alteración del terreno
- f. Recursos renovables
- g. Cambios en tráfico
- h. Situación y tratamiento de residuos
- i. Tratamiento químico
- j. Accidentes

La agricultura, especialmente en su forma más extrema de monocultivo industrializado, altera el paisaje y daña los productos y servicios del ecosistema, incluyendo la biodiversidad en todos sus niveles. Tanto la invasión agrícola de los territorios, como la contaminación y la intensificación contribuyen a la degradación de los suelos y las aguas y también a la extinción de la biodiversidad.

2.13 Sistema de evaluación ambiental Batelle-Columbus

Este método fue elaborado por el Instituto Battelle-Columbus, especialmente para proyectos hidráulicos. El método permite la evaluación sistemática de los impactos ambientales de un proyecto a actividades mediante el empleo de indicadores homogéneos. Con este procedimiento se puede conseguir una planificación a medio y largo plazo de proyectos con el mínimo impacto ambiental posible.

La base metodológica es la definición de una lista de indicadores de impacto con 78 parámetros ambientales, merecedores de considerarse por separado, que nos indican además la representatividad del impacto ambiental derivada de las acciones consideradas (Cotán, 2007).

2.14 Método de transparencias

Con este método propuesto por Harg (1969), se han evaluado proyectos como el trazado de una autopista, una carretera, un ferrocarril, líneas eléctricas de alta tensión, oleoductos y gasoductos, aeropuertos, canales y algunos otros enfocados a la localización de usos en el territorio, para distintas actividades sociales y económicas.

El procedimiento comienza en la elaboración de un inventario, que se representa en mapas con los siguientes factores de forma aislada: clima, geología, fisiografía, hidrología, suelos, flora, fauna y uso actual del suelo. En el inventario se tiene en cuenta la causalidad de los

factores citados, que considera como indicadores de los procesos naturales, requiriéndose así la comprensión de la naturaleza como un proceso.

Se superpone en transparencias la cartografía lograda utilizando para cada componente o grupo de componentes un color con sus diferentes matices que muestre el nivel de resistencia que cada uno ofrece al proyecto, para hacer resaltar las zonas de gran sensibilidad ambiental que habrá que escatimar y aquellas otras donde las obras proyectadas se podrán llevar a cabo causando el mínimo perjuicio.

2.15 Sistemas basados en un soporte informatizado del territorio (SIG)

Entre las aplicaciones de los Sistemas de Información Geográfica, se destaca la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental para:

- Identificación y valoración del estado pre-operacional del medio.
- Elaboración de inventarios estandarizados para los factores ambientales, y generación de la cartografía temática asociada.
- Identificación y valoración de impactos potenciales
- Selección de alternativas

Los sistemas de información geográfica (SIG) son útiles en algunas fases del proceso de EIA. Este sistema de manejo de datos automatizado por ordenador puede capturar, gestionar, manipular, analizar, modelar y trazar datos con dimensiones espaciales para resolver la planeación compleja y la gestión de problemas (Baldasano, 2002).

Según la investigación “Utilización de un SIG para la determinación del impacto ambiental generado por actividades agrícolas, ganaderas e industriales: El caso del Valle Zapotitlán en la Reserva de Biósfera de Tehuacán ” realizada por, (Montoya & Garcia, 2004) muestra que la actividad agrícola presenta impactos ambientales altos y muy altos con el 77, 4% de superficie total del área estudiada; lo que indica que dicha actividad es una de las amenazas más importantes que atentan contra los ecosistemas.

2.16 Determinación del Área de Influencia

En las evaluaciones de impacto ambiental es importante definir el espacio físico, donde se interviene y sobre todo tener en cuenta los componentes biofísico y socioeconómico susceptibles de ser afectados por el proyecto. El área de influencia es una de las conclusiones del análisis de los impactos. Forma parte de todo buen análisis indicar e informar cuál es el

alcance geográfico de los impactos, que es una de las características que se usan para describirlos y, eventualmente, para discutir su significación (Sánchez, 2011).

- **Área de Influencia Directa**

Es la zona afectada directamente por el proyecto, o sea, donde se reciben los impactos en forma directa. Se denomina también zona de influencia mediata o zona del proyecto. Puede tener varias subzonas: Puntual donde el impacto sólo se recibe en un punto o en una zona muy pequeña o local el cual cubre una mayor extensión, que comprende un conjunto variado de obras o actividades del proyecto.

- **Área de Influencia Indirecta**

Es la región que puede recibir el influjo del proyecto de una manera no mediata o colateral; incluye las zonas donde se generan los procesos antrópicos que pueden tener relación con el proyecto. Se denomina también zona de influencia periférica, adyacente o regional. (Uribe, 2001) Para la determinación de las distancias y/o áreas de influencia indirectas, se consideran criterios cualitativos asociados a la interacción de los impactos directos con los componentes ambientales, definidas por áreas más extensas pero que mantienen una relación con el proyecto. (Oña, 2005)

2.17 Marco legal

2.17.1 Constitución del Ecuador

La Constitución de la República del Ecuador (2008), en el Título VII: Buen Vivir, Capítulo Segundo: Biodiversidad y Recursos Naturales, Sección Quinta: Suelo, Art. 409, señala que es de beneficio público y de preferencia nacional la preservación del suelo. Por lo que se formará un marco normativo para su uso sustentable y protección que evite su degradación, en específico la ocasionada por la desertificación, la erosión y la contaminación. De la misma manera en el Art. 410 hace mención a que el Estado ofrecerá a las comunidades rurales y a los agricultores ayuda para la restauración y conservación de los suelos, de igual manera para la mejora de prácticas agrícolas que promuevan y protejan la soberanía alimentaria.

2.18.2 Ley de Gestión Ambiental

La investigación presenta los diferentes instrumentos legales vinculados a la Evaluación de tres tipos de mulch orgánico en la calidad productiva del suelo en parcelas de cultivos

asociados en Aloburo y Yahuarcocha, provincia de Imbabura, aportando distintas orientaciones legales, con el fin de incrementar la eficiencia del uso del recurso suelo.

En la Codificación de la Ley de Gestión Ambiental (2004), se dispone la siguiente cláusula:

Subsistema de Gestión Ambiental.- misma que está constituido por entidades y organismos de la administración pública central, seccional e institucional, que conjuntamente o individualmente asuma la administración de los sectores determinados de la gestión ambiental, tales como: el agua, suelo, aire, el manejo de los recursos biodiversidad y fauna, internamente de los principios generales que legisla el Sistema de Gestión Ambiental.

Art. 6.- La explotación racional de los recursos naturales en ecosistemas frágiles o en áreas protegidas, se realizará por excepción y siempre que se cuente, con la antelación debida, del respectivo Estudio de Impacto Ambiental.

Art. 19 y 20.- Toda acción que represente riesgo ambiental debe poseer la respectiva licencia, por lo que las obras públicas, privadas o mixtas y los proyectos de inversión públicos y privados que puedan causar impactos ambientales serán calificados, previamente a su ejecución, por los organismos descentralizados de control conforme lo establecido por el Sistema Único de Manejo Ambiental, cuyo principio rector es precautelatorio.

Art. 21.- Condiciona la emisión de licencias ambientales al cumplimiento de requisitos que constituyen en su conjunto sistemas de manejo ambiental, y que incluyen: Estudios de línea base, evaluación de impacto ambiental, evaluación de riesgos, planes de manejo de riesgos, sistemas de monitoreo, planes de contingencia y mitigación, auditorías ambientales y planes de abandono.

Art. 23.- La evaluación de impacto ambiental debe comprender la estimación de los probables efectos sobre la población y el medio ambiente, la identificación de posibles alteraciones en las condiciones de tranquilidad pública, y la detección de las incidencias que la actividad o proyecto pueda acarrear sobre los elementos del patrimonio cultural, histórico o escénico.

Art. 24.- En obras públicas o privadas, las obligaciones que se desprenden del sistema de manejo ambiental pasan a formar parte de los correspondientes contratos.

Art. 39.- Las instituciones encargadas de administrar recursos naturales, controlar la contaminación y proteger el medio ambiente, deben establecer programas de monitoreo sobre el estado ambiental en las áreas de su competencia, que permitan informar sobre las probables novedades a la autoridad ambiental nacional o a las entidades del régimen seccional autónomo.

2.18.3 Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA)

El Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (2012), en el Libro VI: Calidad Ambiental, a través de la Norma de calidad ambiental del recurso suelo anexo 2, y criterios de remediación para suelos contaminados; estipula:

La norma posee como vital objetivo conservar y salvaguardar la naturaleza del recurso suelo para preservar y conservar la calidad de vida de las personas, la integridad de los ecosistemas, las interrelaciones y del ambiente en general. Las gestiones encaminadas a preservar, conservar o recuperar. La calidad del recurso suelo deberán realizarse con base en las cláusulas de la Norma Técnica Ambiental. Los criterios de Remediación o Restauración se establecen de acuerdo con el uso del suelo.

Art. 13.- El objetivo del proceso de Evaluación de Impactos Ambientales es garantizar que los funcionarios públicos y la sociedad en general tengan acceso, en forma previa a la decisión sobre su implementación o ejecución, a la información ambiental trascendente, vinculada con cualquier actividad o proyecto. Aparte de ello, en el referido proceso de Evaluación de Impactos Ambientales deben determinarse, describirse y evaluarse los potenciales impactos y riesgos respecto a las variables relevantes del medio físico, biótico, socio - cultural, así como otros aspectos asociados a la salud pública y al equilibrio de ecosistemas.

Art. 22.- (ley de aguas) Prohíbese toda contaminación de las aguas que afecte a la salud humana o al desarrollo de la flora o de la fauna.

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA

3.1 Caracterización del área de estudio

3.1.1 Ubicación geográfica de las localidades

El presente trabajo de investigación se realizó en dos localidades: Aloburo y Yahuarcocha (Figura 2).

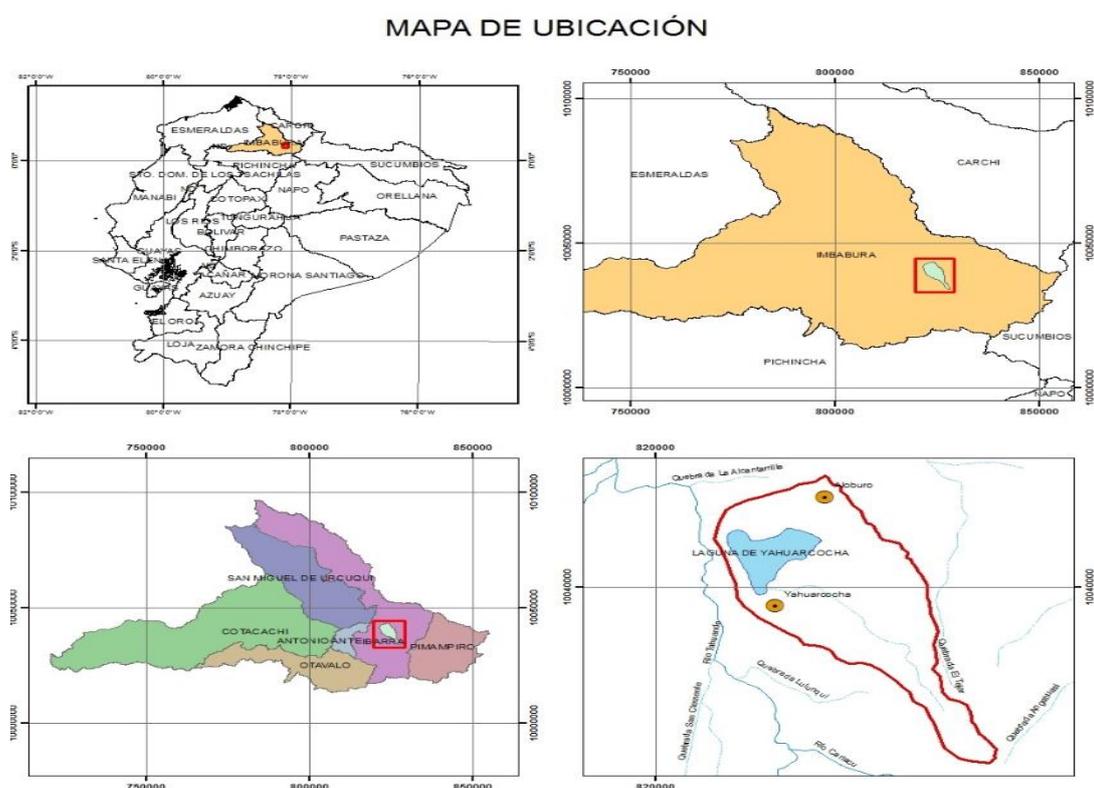


Figura 2. Ubicación geográfica de las localidades Aloburo y Yahuarcocha.

3.1.2 Ubicación

Los sitios experimentales estuvieron ubicados al Norte de la ciudad de Ibarra en la Provincia de Imbabura. Aloburo y Yahuarcocha se encuentran ubicadas dentro del Cantón San Miguel de Ibarra en la Provincia de Imbabura Tabla 4.

Tabla 4. Descripción geográfica de los sitios experimentales

Localización	Sitio 1	Sitio 2
Provincia	Imbabura	Imbabura
Cantón	Ibarra	Ibarra
Parroquia	Priorato	El Sagrario
Localidad	Aloburo	Yahuarcocha
Altitud	2452 msnm	2210 msnm
Longitud en grados	78° 05' 23,44"W	78° 05' 57,48"W
Latitud en grados	00° 23' 21,11"N	00° 21' 35,67"N
Coordenadas X (UTM)	0823960	0822909
Coordenadas Y (UTM)	10043074	10039828

Fuente: Datos de campo

3.1.3 Línea base

Como línea base se tomó como referencia las características existentes en cada uno de los sitios experimentales en cuanto a topografía, agua, suelo, uso actual y cobertura vegetal del área del lote de 336 m² de superficie tanto de Aloburo como de Yahuarcocha.

3.1.4 Caracterización Biofísica

- **Hidrología**

Ibarra se localiza en una llanura, a 2204 msnm con la mayoría de su superficie en una zona central que no supera el 5% de declive. Sobre el costado occidental del río Tahuando, existe una explanada que se extiende hasta las laderas de los cerros que limitan con la laguna Yahuarcocha (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de San Miguel de Ibarra, 2005).

- **Temperatura**

El área de estudio se caracteriza por tener un período ecológicamente seco en los meses de julio y agosto, un período semi-húmedo en los meses de enero, febrero, mayo, junio y septiembre y el período húmedo se presenta en los meses de marzo, abril, octubre, noviembre y diciembre. La temperatura media anual es de 15,4 °C a una altitud media de 1700 msnm, siendo mínimas las variaciones durante el año. Abril es el mes más lluvioso con una precipitación de 85,2 mm y el mes más seco del año es agosto con 16,9 mm (Figura 3).

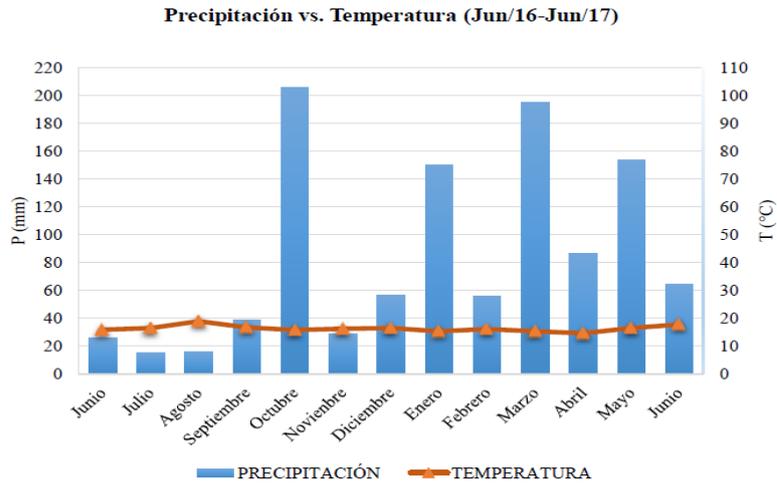


Figura 3. Diagrama ombrotérmico del área de estudio.

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (2016).

- **Uso Actual del suelo**

El uso actual del suelo es en su mayoría de cultivos de ciclo corto, caña de azúcar, pastos, vegetación arbustiva en Yahuarcocha. En Aloburo predominan escasos cultivos de ciclo corto de temporal, bosque intervenido y pequeños relictos de bosque natural (Figura 4).

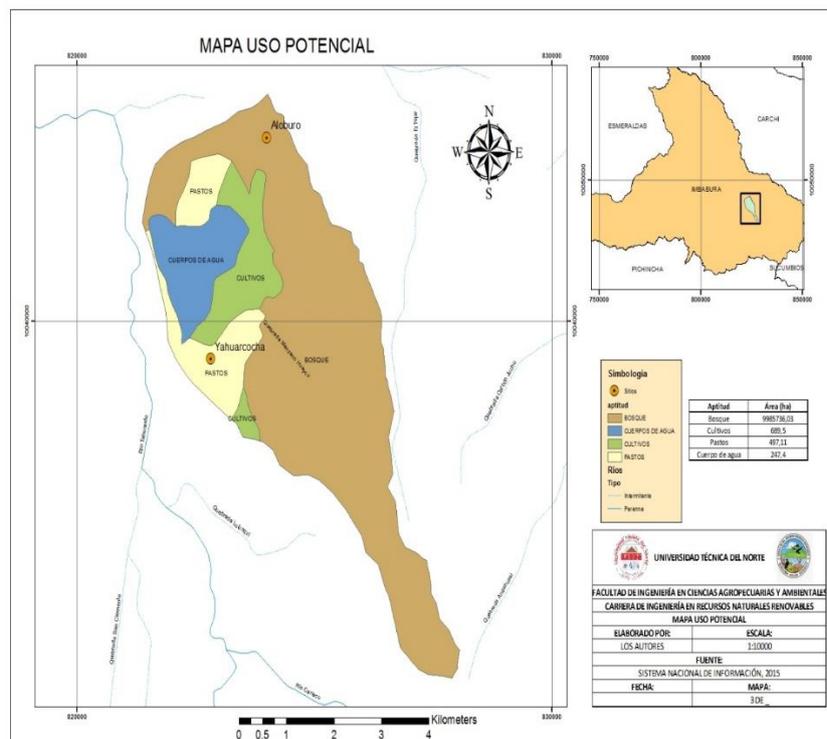


Figura 4. Mapa de uso actual

3.1.5 Caracterización del componente biótico/sitio

Localidad Yahuarcocha

A continuación se enlista flora (Tabla 5) y fauna (Tabla 6) encontrada en la localidad de Yahuarcocha.

Tabla 5. Listado florístico de la localidad Yahuarcocha.

Nombre científico	Nombre común
<i>Phaseolus vulgaris</i>	Fréjol
<i>Zea mays</i>	Maíz
<i>Persea americana</i>	Aguacate
<i>Pennisetum clandestinum</i>	Kikuyo
<i>Cyclanthera pedata</i>	Achogcha
<i>Citrus lemon</i>	Limón
<i>Citrus reticulata</i>	Mandarina
<i>Inga edulis</i>	Guaba
<i>Saccharum officinarum</i>	Caña de azúcar
<i>Medicago sativa</i>	Alfalfa
<i>Crataegus monogyna</i>	Espino
<i>Rubus ulmifolius</i>	Mora

Fuente: Datos de campo

Tabla 6. Listado faunístico de la localidad Yahuarcocha.

Nombre científico	Nombre común
Mamíferos	
<i>Bos Taurus</i>	Bovinos
<i>Rattus rattus</i>	Rata doméstica
<i>Apodemus sylvaticus</i>	Ratón de campo
Reptiles	
<i>Pholidobolus montium</i>	Lagartija
Anfibios	
<i>Gastrotheca sp</i>	Sapo
Aves	
<i>Passer domesticus</i>	Gorrión
<i>Turdus merula</i>	Mirlo

Fuente: Datos de campo

Localidad Aloburo

Se detallan flora (Tabla 7) y fauna (Tabla 8) encontrada en la localidad de Aloburo.

Tabla 7. Listado florístico de la localidad Aloburo

Nombre científico	Nombre común
<i>Zea mays</i>	Maíz
<i>Leonotis leonurus</i>	Leoncillo
<i>Pennisetum clandestinum</i>	Kikuyo
<i>Crataegus monogyna</i>	Espino
<i>Inga edulis</i>	Guaba
<i>Sida rhombifolia</i>	Escubillo
<i>Medicago sativa</i>	Alfalfa

Fuente: Datos de campo

Tabla 8. Listado faunístico de la localidad Aloburo

Nombre científico	Nombre común
Mamíferos	
<i>Bos taurus</i>	Bovinos
<i>Rattus rattus</i>	Rata doméstica
<i>Apodemus sylvaticus</i>	Ratón de campo
Reptiles	
<i>Pholidobolus montium</i>	Lagartija
Anfibios	
<i>Gastrotheca sp</i>	Sapo
Aves	
<i>Passer domesticus</i>	Gorrión
<i>Turdus merula</i>	Mirlo
<i>Zeneida auriculata</i>	Tórtola
<i>Phyrocephalos rubinus</i>	Pájaro rojo

Fuente: Datos de campo

3.1.6 Características climáticas

Temperatura media anual: 12 °C

Temperatura mínima: 7 °C

Temperatura máxima: 23 °C
Precipitación media anual: 563 mm
Humedad relativa: 65 %.

FUENTE: GADSMI (2016)

3.2 Materiales, equipos, insumos y herramientas

3.2.1 Materiales

- Flexómetro
- Postes de madera
- Cintas plásticas
- Alambre de púas
- Sistema de riego por goteo
- Herramientas agrícolas (azadón, rastrillo, pala recta, estacas)

3.2.2 Equipo

- Lupa
- Muestreadores para suelos
- GPS
- Cámara fotográfica
- Videocámara
- Materiales de escritorio
- Libretas de campo
- Computadora

3.2.3 Insumos

- Semillas de maíz variedad Mishca y arveja variedad Lojanita
- Mulch orgánico de tres tipos (cebada, arveja, fréjol)

Insumos agrícolas

- Materia orgánica (humus)
- Fertilizante 18-46-0
- Abonos foliares (macro y micronutrientes)
- Insecticidas y fungicidas de etiqueta verde

3.2.4 Software

- ArcGIS
- Word
- Excel
- Infostat

3.3 Factores en estudio

En la presente investigación los factores en estudio fueron los tres tipos de mulch orgánico y dos localidades, detallados a continuación:

Tipos de mulch orgánico:		Localidades:
- Testigo (sin mulch) T1		- Aloburo
- Mulch arveja T2		- Yahuarcocha
- Mulch cebada T3		
- Mulch fréjol T4		

3.3.1 Tratamientos

Los tratamientos evaluados se detallan en la Tabla 9.

Tabla 9. Tratamientos evaluados

No	Código	Descripción	Cantidades de mulch por m ²
1	T1	Testigo	0 kg
2	T2	Mulch de arveja	1,1 kg
3	T3	Mulch de cebada	0,7 kg
4	T4	Mulch de fréjol	1,0 kg

Para las cantidades de mulch por m², se realizó un ensayo previo en el cuál se trazó un metro cuadrado en un lugar plano, se colocó mulch (rastros de cosechas secas), a un espesor de 5 cm, y se pesó la muestra, obteniendo las cantidades de mulch requeridas en kg/m².

3.3.2 Diseño experimental

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA), con tres tipos de coberturas vegetales (mulch orgánico) y un testigo sin mulch en el cultivo asociado maíz-arveja, con cuatro bloques.

3.3.3 Características del experimento

Tratamientos: 4

Bloques: 4

Unidades Experimentales por localidad: 16

Total de unidades experimentales: 32

Área experimental por localidad: 336 m²

Área total de experimento: 672 m²

3.3.4 Características de la unidad experimental para las dos localidades

Área de la Parcela: 21 m²

Parcela Neta: 10,44 m²

Distancia entre unidades experimentales: 1 m

Densidad de siembra 0,20 m entre planta y 0,60 m entre surco.

Sistema de siembra: Convencional alternado 2 semillas de maíz/sitio; 3 semillas de arveja/sitio.

3.3.5 Análisis estadístico

Los esquemas utilizados para el análisis de varianza fueron los siguientes (Tabla 10,11 y 12):

Tabla 10. Esquema 1 del ADEVA

Fuentes de variación	Grados de libertad
Total	15
Tratamientos	3
Bloques	3
Error experimental	9
CV	%

Tabla 11. Esquema 2 del ADEVA

Fuentes de variación	Grados de libertad
Total	15
Tratamientos	3
Localidad	1
Tiempo	2
Tratamiento:Localidad	3
Tratamiento:Tiempo	6
Localidad:Tiempo	2
Tratamiento:Localidad:Tiempo	6
Bloques	3
Error experimental	9
CV	%

Tabla 12. Esquema 3 del ADEVA

Fuentes de variación	Grados de libertad
Total	15
Tratamientos	3
Localidad	1
Tratamiento: Localidad	3
Bloques	3
Error experimental	9
CV	%

3.3.6 Análisis funcional

En las variables que se encontraron diferencias estadísticas significativas se utilizó la prueba de LSD Fisher al 5%.

3.4 Variables evaluadas

La presente investigación evaluó los datos de todas las variables en relación con cada cultivo. Las mismas fueron obtenidas de la parcela neta en su totalidad.

- **VARIABLES MAÍZ**

3.4.1 Altura de plantas a los 30, 60 y 90 días

Se seleccionaron 10 plantas al azar por cada tratamiento y con un flexómetro se midió en centímetros la altura de cada planta desde el cuello de la raíz hasta el ápice.

3.4.2 Diámetro de la mazorca

Habiéndose dado el llenado del grano a los 130 días se procedió a cosechar 10 mazorcas de cada unidad experimental para medir su diámetro en centímetros, en la parte media.

3.4.3 Longitud de la mazorca

Una vez encontrándose en estado de choclo a los 130 días se procedió a cosechar 10 mazorcas de cada tratamiento para medir su longitud en centímetros.

3.4.4 Rendimiento

Cuando el cultivo alcanzó su madurez fisiológica se cosechó y contabilizó el número de mazorcas de cada tratamiento, posteriormente se desgranó y pesó para obtener el rendimiento en kg/ha.

- **VARIABLES ARVEJA**

3.4.5 Días a la floración

Se contabilizó los días transcurridos desde la siembra hasta el apareamiento de la primera flor. Los datos se registraron cuando la floración del cultivo fue del 60%, en cada tratamiento.

3.4.6 Longitud de vaina

De cada tratamiento se seleccionó 20 vainas al azar y se midió su longitud con un flexómetro, cuyo valor se expresó en cm.

3.4.7 Número de vainas por planta en verde

Se escogió diez plantas de cada tratamiento tomadas al azar, tres días antes de la cosecha, para luego contabilizar el número de vainas de cada planta y sacar el promedio, dicho valor se expresó en número promedio de vainas por planta.

3.4.8 Rendimiento en verde

Se efectuó después de la cosecha obteniendo el peso promedio de cada tratamiento y cada repetición, cuyo resultado fue proyectado a kg/ha.

- **VARIABLES PARA PLAGAS, ENFERMEDADES Y MALEZAS DEL CULTIVO**

3.4.9 Incidencia de malezas

A los 90 días después de la siembra de los cultivos asociados maíz- arveja, se contabilizó el número de malezas presentes en un área de 1 m² y se calculó el valor porcentual equivalente tomando como referencia la población de maleza del testigo (100%).

3.4.10 Incidencia de Plagas y enfermedades

Una vez efectuada la siembra se contabilizó el número de plantas afectadas por plagas y enfermedades por parcela, en todo el ciclo del cultivo, proyectando a un valor porcentual cada planta afectada. Tomando como referencia el número de plantas sanas germinadas, se registró el daño ocasionado por las principales plagas de la zona como son trozador y cogollero; y, de enfermedades pudrición de la raíz y pudrición de tallo.

3.4.11 Evaluación de impacto ambiental

La evaluación de impacto ambiental se realizó mediante el método de Leopold donde se generó una matriz acorde con las condiciones del proyecto y según los factores ambientales que se presentaron, para la calificación de impactos se tomó en cuenta los valores de magnitud e importancia (Tabla 13), en los cuales se da valores a la intensidad, afectación, duración e influencia de los impactos según se hayan presentado, así como también se tomó en cuenta la interpretación de colores para la valoración de intensidad de los impactos (Tabla 14).

Tabla 13. Valores de magnitud e importancia para calificación de impactos identificados

MAGNITUD			IMPORTANCIA		
Calificación	Intensidad (i)	Afectación (e)	Calificación	Duración (d)	Influencia (r)
1	Baja	Baja	1	Temporal	Puntual
2	Baja	Media	2	Media	Puntual
3	Baja	Alta	3	Permanente	Puntual
4	Media	Baja	4	Temporal	Local
5	Media	Media	5	Media	Local
6	Media	Alta	6	Permanente	Local
7	Alta	Baja	7	Temporal	Regional
8	Alta	Media	8	Media	Regional
9	Alta	Alta	9	Permanente	Regional
10	Muy alta	Alta	10	Permanente	Nacional

Fuente: Gómez (1992).

Tabla 14. Interpretación de colores para impactos identificados

INTERPRETACIÓN DE COLORES		
Calificación	Impacto Negativo	Impacto Positivo
Débil	Gris	Celeste
Medio	Naranja	Amarillo
Alto	Rojo	Verde

Fuente: Gómez (1992).

Los factores ambientales y sociales considerados dentro de la matriz fueron: suelo, agua, aire, fauna, flora, uso de territorio, aspectos culturales y relaciones ecológicas. Además se describen las actividades realizadas dentro del proyecto en las fases de preparación del terreno, cuidados culturales, producción y abandono.

Se utilizó una valoración que muestra tres ponderaciones: Impacto Alto, Medio y Débil en las cuales los valores de magnitud van precedido con el signo positivo (+) y negativo (-) según se trate de efectos de beneficio o deterioro del medio ambiente. En la Tabla 15 se presenta la interacción del proceso y los principales impactos ambientales del AID.

Tabla 15. Interacción de procesos e impactos ambientales (+) Positivo (-) Negativo.

ACTIVIDAD	Asp. Amb.	+/-	Etapa proyecto
Arado, instalación de sistema de riego, trazado de parcelas.	• Suelo	-	Preparación del terreno
Deshierba, aporque, control manual de malezas.	• Suelo	-	Cuidados culturales
Controles fitosanitarios	• Aire	-	Cuidados Culturales
	• Fauna (Plagas)	-	Cuidados Culturales
Incorporación de materia orgánica	• Suelo	+	Preparación del terreno
Aplicación de riegos	• Flora	+	Cuidados culturales
Desmontaje del sistema	• Suelo	-	Abandono

Fuente: Matriz de identificación de impactos

3.4.12 Propuesta del Plan de Manejo Ambiental

La propuesta de manejo ambiental se realizó tomando en cuenta los impactos ambientales negativos que se obtuvieron en cada fase de la investigación y en cada una de las localidades. El Plan de Manejo Ambiental describe los lineamientos, métodos y recomendaciones para la aplicación de cada uno de los programas o estrategias a ser implementados con el fin de prevenir, minimizar, controlar, mitigar y compensar los impactos producidos por las actividades de la agricultura desarrollada en cada ensayo.

Está estructurado en Programas o Estrategias con sus respectivas fichas de manejo. Cada ficha indica las acciones a implementarse, las técnicas a utilizarse, el monitoreo a realizarse y el personal responsable.

3.5 Manejo específico del experimento

3.5.1 Selección del terreno

Para la selección del terreno se tomó en cuenta los criterios de los beneficiarios, así como también la disponibilidad de agua de riego y vías de acceso. Cada área experimental total fue de 336 m², en cada sitio.

3.5.2 Toma de muestras del suelo

El muestreo del suelo se realizó según la metodología recomendada por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP, 2006), tomando 10 sub-muestras siguiendo un recorrido en zigzag. Para la toma de muestras se realizó un hoyo a 20 cm de profundidad, del cual se tomó una porción de 2 a 3 cm de espesor; de la muestra adquirida se recortó a una submuestra de 5 cm de ancho, las mismas que fueron mezcladas en un balde para homogeneizarlas y obtener una muestra representativa de 1 kg en una funda plástica, en la cual se colocó datos de identificación y fue enviada al laboratorio para su respectivo análisis. Este procedimiento se realizó para cada sitio experimental.

3.5.3 Preparación del terreno

Se realizó el arado y rastrado de tal manera que el suelo quedó mullido, libre de terrones y sin malezas, después se incorporó materia orgánica, en una proporción de 2,0 kg/m², según lo recomendado por el laboratorio.

3.5.4 Delimitación de parcelas experimentales

Se delimitó las parcelas de cada unidad experimental identificándolas con su respectivo tratamiento y bloque. El total del área experimental fue de 336 m² cada unidad experimental tuvo un área de 21 m², con caminos de 1 m entre parcelas, tomando en cuenta el efecto borde, la parcela neta tuvo una superficie de 10,44 m².

3.5.5 Fertilización

Una vez con los resultados de los análisis de suelos, previamente se dio riego con el fin de que el suelo esté húmedo para favorecer la dilución y absorción del fertilizante. Seguidamente se realizó la fertilización de acuerdo con los requerimientos de los cultivos en base al cálculo de fertilizantes (Anexo 1 y 2). La cantidad de fertilizante se repartió en cantidades iguales a todas las unidades experimentales (Tabla 16).

Tabla 16. Fertilización básica en Yahuarcocha y Aloburo

Fertilización básica						
Localidad	Requerimiento del cultivo en asocio	Fertilizante	Cantidad g/parcela	Fase fenológica	Forma de aplicación	Frecuencia
Yahuarcocha	110N-23P-30K	18-46-00	105 g	Siembra	Granulado	Único
		Muriato de potasio	105 g	Crecimiento	Disuelto en agua	Único
		Urea	462 g	Crecimiento	Granulado	Único
		Quelatos	63 ml	Floración	Disuelto en agua	2 Aplicaciones
Aloburo	80N-50P-50K	18-46-00	228 g	Siembra	Granulado	Único
		Muriato de potasio	170 g	Crecimiento	Disuelto en agua	Único
		Urea	276 g	Crecimiento	Granulado	Único
		Quelatos	63 ml	Floración	Disuelto en agua	2 Aplicaciones

Elaborado por: Las autoras

3.5.6 Tratamiento de la semilla

Previo a la siembra se desinfectó la semilla utilizando el fungicida de ingrediente activo Carboxín + Captan, a una concentración del 20%, a razón de 1 kg por cada 400 kg de semilla.

3.5.7 Siembra

Considerando la densidad de siembra de cada cultivo se colocó dos semillas de maíz de variedad mishca y tres de arveja de variedad lojanita, la distancia empleada para esta asociación fue de 0,20 m entre planta y 0,60 m entre surco.

3.5.8 Deshierbas

Se realizó manualmente por dos ocasiones, la primera a los 30 días y la segunda a los 45 días.

3.5.9 Aplicación de mulch

Una vez efectuada la siembra en los dos sitios experimentales se esperó al aporque (45 días) para colocar el mulch, los mismos que fueron rastrojos de cosechas de arveja, cebada y fréjol que se ubicaron según la distribución de los tratamientos y bloques. Para la colocación del mulch en cada parcela, se realizó un previo ensayo en el cual se midió un metro cuadrado en el suelo y se colocó cada cobertura vegetal con un espesor de 5 cm, para seguidamente realizar el cálculo y conocer la cantidad exacta de mulch requerida por tratamiento.

3.5.10 Medio aporque y aporque

A los 30 (DDS), se realizó el medio aporque y a los 45 (DDS), el aporque completo. Esta actividad consistió en amontonar con cuidado el suelo a la base de las plantas, para prevenir su volcamiento.

3.5.11 Tutorado

El tutorado se realizó en las plantas de arveja a los 30 DDS.

3.5.12 Riego

Se utilizó un sistema de riego por goteo. La frecuencia y lámina de riego se determinó dependiendo de las condiciones climáticas y el contenido de humedad.

3.5.13 Control fitosanitario

Se realizaron controles fitosanitarios necesarios una vez evaluadas las variables agronómicas, al comprobar la presencia de plagas y enfermedades a un nivel superior del umbral de daño permitido (Tabla 17). Dichos controles se realizaron con productos de etiqueta verde con el fin de ocasionar el menor impacto ambiental.

Tabla 17. Control fitosanitario en Yahuarcocha y Aloburo.

Fecha de aplicación	Plaga/enfermedad	Localidad	Ingrediente activo	Dosis
10/12/2016	Preventivo ante los hongos presentes en el suelo.	Yahuarcocha Aloburo	Carboxin + Captan	2 g/ 1 kg de semilla
04/01/2017	Gusano Cogollero	Yahuarcocha Aloburo	Clorpirifos + Cipermetrina	125 ml/200 L de agua
22/04/2017	<i>Ascochyta sp</i> <i>Fusarium sp</i>	Yahuarcocha	Tiofanato de metil	1 kg/ ha
22/04/2017	Roedores	Yahuarcocha	Warfarina	25 g/ 3 m ²

3.5.14 Cosecha

La cosecha del cultivo asociado (maíz-arveja), se realizó en fresco debido a la cantidad de plagas y enfermedades que se presentaron sobre todo en la localidad de Yahuarcocha.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se presentan los resultados de la investigación, donde se muestra la eficiencia de tres tipos de mulch (arveja, cebada y fréjol) en el comportamiento agronómico de cultivos en asocio maíz- arveja en dos localidades Aloburo y Yahuarcocha. Las variables fueron evaluadas bajo el análisis de varianza (ADEVA), a un nivel de 5%, y para las variables que presentaron significancia se utilizó la prueba de LSD Fisher 5 %.

4.1 Comportamiento agronómico de cultivos en asocio

4.1.1 *Altura de planta de maíz a los 90 días*

Una vez realizado el análisis estadístico para altura de planta de maíz a los 90 días se determinó que no existen diferencias significativas para la interacción tratamientos-días ($p=0.3429$). Sin embargo, existe una interacción entre localidad-tratamiento-días, ($p=0.0001$), tal como se presenta en la (Tabla 18).

Tabla 18. ADEVA para la variable altura de planta de maíz a los 30,60 y 90 días

Fuente de variación	GL	GL _E	Valor -F	Valor-p
Localidad	1	933	2277.74	<0.0001*
Tratamiento	3	933	3.42	0.0169*
Localidad: Tratamiento	3	933	3.29	0.0202*
Localidad: Días	2	933	151.23	<0.0001*
Tratamiento: Días	6	933	1.13	0.3429 ^{ns}
Localidad: Tratamiento: Días	6	933	5.07	<0.0001*

*: Significativo; ns: no significativo; GL: grados de libertad; GL_E: grados de libertad del error experimental.

En el Anexo 3, se muestran los datos que corresponden a la prueba de promedios de LSD Fisher, se encontraron once rangos de significancia. El mejor rango “A” fue para la localidad de Yahuarcocha, el tratamiento con mulch de cebada (T3), y una media de 280,53cm; mientras el menor rango se ubicó para el testigo (T1) de la localidad de Aloburo, con una media de 179,29 cm. Cabe recalcar que el tratamiento que obtuvo el menor rango a los 90 días en Aloburo resultó ser comparable con la altura de planta registrada a los 60 días en la localidad de Yahuarcocha.

Se determinó que las variaciones obtenidas en cuanto a la variable altura de planta a los diferentes días en cada localidad difieren por las condiciones medio ambientales, calidad de suelo y contenido de materia orgánica Anexo 1 y Anexo 2; además, por las características físicas de cada ensayo, ya que en la localidad de Yahuarcocha el área experimental ocupada presentó una pendiente de 2% mientras que en Aloburo la pendiente fue del 34%.

Sin embargo, en los análisis estadísticos realizados para esta variable se encontró diferencias significativas por tratamiento para la localidad de Aloburo: el testigo obtuvo el rango menor con un promedio de 179,29 cm, por debajo de los promedios alcanzados en los tratamientos en que se aplicó mulch donde se registró valores de hasta 203 cm de altura. Estos resultados concuerdan con las investigaciones realizadas por Vega, Sánchez, & Pineda (1999), quienes en su trabajo “análisis del efecto de tres tipos de mulch en el cultivo de maíz”, no obtuvieron diferencias significativas en los tratamientos, ni en las interacciones para la variable altura de planta; sin embargo, determinaron que los tratamientos con mulch fueron mejores que el testigo.

Para la localidad de Yahuarcocha, el tratamiento con mulch de cebada (T3) resultó ser el mejor en cuanto a la altura de planta de maíz a los 90 días, con un promedio de 280,53 cm seguido por el testigo (T1) con 277,63cm que determinaron los rangos más altos para esta variable. Estos resultados se correlacionan con los promedios de altura de planta obtenidos en la investigación de Chaqui (2013), quien utilizó la variedad de maíz tipo mishca y registró promedios entre 210,38 y 301,29 cm explicando los resultados debido a que existen variaciones entre genotipos por la heterogeneidad del germoplasma y la influencia del medio ambiente.

4.1.2 Longitud de mazorca

En el ADEVA realizado para esta variable (Tabla 19), se encontraron diferencias significativas para localidad ($p < 0.0001$) y tratamiento ($p = 0.0004$); así como también, para la interacción respectiva ($p = 0.0181$).

Tabla 19. Análisis de varianza para longitud de la mazorca.

Fuente de variación	GL	GL _E	Valor-F	Valor-p
Localidad	1	309	92.79	<0.0001*
Tratamiento	3	309	6.26	0.0004*
Localidad: Tratamiento	3	309	3.40	0.0181*

*: Significativo; GL: grados de libertad; GL_E: grados de libertad del error experimental.

La prueba LSD Fisher para la interacción localidad-tratamiento (Anexo 4) determinó tres rangos de significancia, el mayor rango para la localidad de Yahuarcocha con el T3 (17,94 cm); seguido del T4 (17,48cm) y el T2 (17,41cm), encontrándose los tratamientos en el mismo rango A, mientras que el T1 (15,56 cm), se ubicó en el rango B. En la localidad de Aloburo, aunque el mejor fue el T2 con 14,78 cm; los tratamientos T1 (14,19cm), T3 (14,18cm), y T4 (13,98cm), compartieron el rango C, mostrando ser estadísticamente iguales, respecto de esta variable.

Existen diferencias significativas entre las dos localidades en esta variable. Para Yahuarcocha se obtuvo un promedio de 17.10 cm mientras que se obtuvo 14,28 cm en Aloburo; estas diferencias de longitud radican en las bajas concentraciones de macro y micronutrientes encontradas en la localidad de Aloburo a más del bajo contenido de MO (2.46%), en relación al porcentaje de MO (4.29%) de Yahuarcocha (Anexo 1 y 2).

Al respecto, Gaspar & Tejerina (2007), señalan que el llenado de grano está determinado por la intervención de tres nutrientes principales, potasio (K) y magnesio (Mg) que actúan en el traslado de azúcares fotosintetizadas que la planta los trasloca a los granos en el momento del llenado de los mismos y boro (B) que favorece el crecimiento del tubo polínico, similar a lo manifestado por Chaqui (2013), que el tamaño de mazorca y llenado del grano está determinado por la fertilidad del suelo, condiciones ambientales y genética de la especie.

Por su parte Fachín (2013), en su investigación de comparaciones entre tipos de mulch para evaluar rendimiento en maíz, obtuvo resultados similares, en cuanto a longitud de la mazorca, a los que se determinaron en la localidad de Yahuarcocha, siendo los tratamientos que contenían mulch los que obtuvieron mejores promedios mientras que el testigo se ubicó en el menor rango; no coincidiendo, con los datos obtenidos en la localidad de Aloburo donde los tratamientos y el testigo no mostraron diferencias significativas entre sí.

4.1.3 Diámetro de mazorca

De acuerdo con el ADEVA realizado para la variable diámetro de mazorca (Tabla 20) se muestra que no existieron diferencias significativas para la interacción localidad-tratamiento; sin embargo, estadísticamente existen diferencias significativas para el factor localidades ($p= 0.0032$).

Tabla 20. Análisis de varianza para la variable diámetro de mazorca.

Fuente de variación	GL	GL_E	Valor- F	Valor-p
Localidad	1	309	8.80	0.0032*
Tratamiento	3	309	0.10	0.9625 ^{ns}
Localidad: Tratamiento	3	309	0.07	0.9769 ^{ns}

*: Significativo; ns: no significativo; GL: grados de libertad; GL_E: grados de libertad del error experimental.

La prueba LSD Fisher para localidad (Tabla 21), indica dos niveles de significancia, para el primer rango la localidad de Yahuarcocha con una media de 5,11 cm de diámetro de la mazorca, alcanzando el mayor valor para esta variable; mientras la localidad de Aloburo registró el menor rango con una media de 4,86 cm.

Tabla 21. Prueba de LSD Fisher ($p=0.05$) para localidad con respecto a la variable diámetro de mazorca

Localidad	Medias	Rangos
Yahuarcocha	5.11	A
Aloburo	4.86	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Los resultados obtenidos entre tratamientos para la variable diámetro de mazorca no fueron significativos. Sin embargo, existen diferencias significativas entre localidades, lo que se relaciona con los contenidos de MO, micro y macronutrientes que disponibles en cada localidad. Al respecto Blessing & Hernández (2009), determinaron que los factores genéticos, edáficos, nutricionales y ambientales influyen en el tamaño y diámetro de la mazorca; indican que si la planta no tiene buena actividad fotosintética, absorción de agua y nutrientes, tanto el tamaño como el diámetro de la mazorca se verán perjudicados al igual que el rendimiento; en respuesta el Instituto de Potasa y Fosfato (PPI,1998), manifiesta que los bajos contenidos de potasio en la planta impiden la translocación normal de los azúcares a las mazorcas, perjudica los procesos fotosintéticos e interrumpe el ciclo de crecimiento dificultando el normal desarrollo del grano.

4.1.4 Rendimiento maíz

Una vez realizado el ADEVA para la variable rendimiento de maíz se observó que no existen diferencias significativas para la interacción localidad-tratamiento (Tabla 22), sin embargo, se encontraron diferencias significativas entre localidad ($p=0.0004$).

Tabla 22. Análisis de varianza para rendimiento de maíz.

Fuente de variación	GL	GL _E	Valor- F	Valor- p
Localidad	1	21	18.11	0.0004*
Tratamiento	3	21	0.38	0.7685 ^{ns}
Localidad: Tratamiento	3	21	0.41	0.7507 ^{ns}

*: Significativo; ns: no significativo; GL: grados de libertad; GL_E: grados de libertad del error experimental.

La prueba de LSD Fisher (Tabla 23) para localidad mostró dos rangos de significancia, con una media de 4,05 kg/parcela neta (3.8 t/ha) la localidad de Aloburo siendo el rango más alto para esta variable mientras que con una media de 2,26 kg/parcela neta (2.1 t/ha) la localidad de Yahuarcocha con el rango más bajo. Cabe recalcar que el rendimiento obtenido en dicha variable fue tomado de 10,44 m² correspondientes a la parcela neta.

Tabla 23. Prueba de LDS Fisher (5%) para localidad con respecto a la variable rendimiento maíz.

Localidad	Rendimiento en (kg/parcela neta)	Rangos
Aloburo	4.05	A
Yahuarcocha	2.26	B

Rangos con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

El comportamiento entre tratamientos se vio reflejado de manera similar en cada ensayo, no obstante en la prueba de LSD Fisher, existe una clara diferencia entre localidades. Cabe mencionar que en la localidad de Yahuarcocha se presentó problemas de *Fusarium sp* (Anexo 8), con consecuente caída de plantas en un 40 %, dicha enfermedad se manifestó al momento del llenado de grano lo que explica el bajo rendimiento.

En el estudio de dos efectos de prácticas de manejo de fertilizantes, orgánico y convencional en el cultivo de maíz, realizados por Blessing & Hernández (2009), el tratamiento que obtuvo mejor respuesta al fertilizante fue el orgánico con 3.8 t/ha. Este promedio coincide con el obtenido en la presente investigación a nivel de la localidad, Aloburo con 3.8 t/ha, donde no se presentó afectación por problemas fitosanitarios.

Fachín (2013), en su estudio del efecto de coberturas vegetales y mulch orgánico en el rendimiento de maíz, obtuvo resultados de similares entre tratamientos siendo uno de los mejores el compuesto por mulch de leguminosas con 3.1 t/ha; este valor se encuentra dentro de los rendimientos obtenidos para la localidad de Aloburo. En la investigación de Fachín, el testigo ocupó el último rango con un promedio de 1.1 t/ha, cifra que se encuentra por

debajo del promedio adquirido en la localidad de Yahuarcocha donde el menor rendimiento registrado fue el T2 con 2.1 t/ha.

En relación a estos resultados Vega, Sánchez, & Pineda (1999) mencionan que la eficiencia de los tipos de mulch se debe particularmente a sus características como son el tamaño de sus fracciones y el tiempo que éstas tardan en descomponerse en el suelo, tal es el caso para rastrojos de leguminosas que tienen una descomposición más rápida en relación con las gramíneas, así como el aporte de nitrógeno al suelo.

4.1.5 Número de vainas por planta de arveja

El ADEVA realizado para la variable número de vainas por planta (Tabla 24) se determinó diferencias significativas para la interacción localidad-tratamiento ($p= 0.0014$).

Tabla 24. Análisis de varianza para la variable número de vainas por planta.

Fuente de variación	GL	GL_E	Valor – F	Valor- p
Localidad	1	309	13.34	0.0003*
Tratamiento	3	309	14.14	<0.0001*
Localidad: Tratamiento	3	309	5.29	0.0014*

*: Significativo; GL: grados de libertad; GL_E: grados de libertad del error experimental.

En la interacción localidad-tratamiento (Anexo 5) determinó cuatro rangos de significancia: en Aloburo el T3 con un promedio de 8 vainas por planta ocupó el rango “A”: por el contrario, en la misma localidad, el T2 con una media de 3.03 vainas por planta se ubicó en el rango “D” con el menor número de vainas.

La variación presentada en cuanto al número de vainas en cada localidad, se puede relacionar con la investigación realizada por Patiño & Valderrama (1997), quienes al probar variedades de arveja en localidades diferentes, obtuvieron promedios entre 2,9 y 5,3 vainas/planta, infiriendo que el número bajo en vainas por planta es ocasionado por la pérdida de flores cuando se dan factores climáticos adversos como son las lluvias excesivas, el cual concuerda con el periodo de siembra en las dos localidades ya que se realizó en los meses con mayor precipitación, según lo indica el diagrama ombrotérmico del (INAMHI, 2016) (Figura 3).

4.1.6 Longitud de vaina

Se presentan los resultados del ADEVA para la variable longitud de vaina (Tabla 25), los mismos que muestran diferencias significativas para la interacción localidad-tratamiento ($p=0.0362$).

Tabla 25. ADEVA para la variable longitud de vaina.

Fuente de variación	GL	GL _E	Valor- F	Valor – p
Localidad	1	309	3.33	0.0690 ^{ns}
Tratamiento	3	309	7.03	0.0001*
Localidad: Tratamiento	3	309	2.88	0.0362*

*: Significativo; ns: no significativo; GL: grados de libertad; GL_E: grados de libertad del error experimental.

En la prueba de LSD Fisher realizada para esta variable se determinó cuatro rangos de significancia (Anexo 6). En el rango superior se ubicó la localidad de Aloburo, para el T4, con un promedio de 7,64 cm; y. en el rango inferior la misma localidad, los tratamientos T1 (6,69 cm) y T2 (6,52 cm). Estos valores coinciden con los reportados por Villacís (2014), quien en su estudio bio agronómico de cuatro variedades de arveja, obtuvo diferencias significativas para la variable longitud de vaina con la variedad temprana, con un promedio de 6,95cm; dichos resultados se deberían principalmente al componente genético hereditario no visible o genotipo que debido a condiciones ambientales desfavorables afecta las características físicas o fenotípicas.

4.1.7 Días a la floración arveja

De acuerdo con el ADEVA para la variable días a la floración se determinó que no existieron diferencias significativas para la interacción localidad-tratamiento (Tabla 26); no obstante, se encontraron diferencias significativas entre localidad ($p=0.0001$).

Tabla 26. Análisis de varianza para la variable días a la floración.

Fuente de variación	GL	GL _E	Valor- F	Valor p
Localidad	1	21	55.63	<0.0001*
Tratamiento	3	21	0.07	0.9771 ^{ns}
Localidad: Tratamiento	3	21	0.21	0.8884 ^{ns}

*: Significativo; ns: no significativo; GL: grados de libertad; GL_E: grados de libertad del error experimental.

En la Tabla 27 se muestra la prueba de LSD Fisher para la variable días a la floración, la misma que presentó dos rangos de significancia, hallándose a la localidad de Yahuarcocha

en el primer rango con un promedio de 67,6 días; en tanto Aloburo, se encontró en el rango inferior, con una media de 53,6 días a la floración.

Tabla 27. Prueba de LSD Fisher ($p=0.05$) para localidad y la variable días a la floración.

Localidad	Medias (días)	Rangos
Yahuarcocha	67.6	A
Aloburo	53.6	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Jácome (2015), en su estudio de adaptabilidad de seis variedades de arveja en localidades diferentes consiguió un promedio de 65 días a la floración para la variedad lojanita argumentando que al ser una variedad mejorada, su característica principal es la precocidad en floración y su crecimiento determinado, lo que coincide con el resultado obtenido en la presente investigación para la localidad de Yahuarcocha, donde se alcanzó un promedio de 67 días.

La diferencia de promedios para los días a la floración, entre localidades, se explica por las condiciones ecológicas de la respectiva localidad, como lo afirman Patiño, Valderrama, & Ñustez (1997), que el periodo vegetativo de la arveja depende de las condiciones ambientales, siendo mayor el número de días cuando la luminosidad es menor, esto explica que en Aloburo las plantas florecieran con más rapidez debido a la escasa cobertura vegetal que rodeaba el sitio experimental.

4.1.8 Rendimiento arveja

Una vez realizado el análisis de varianza para la variable rendimiento de arveja, se determinó que no existen diferencias significativas para localidad y tratamiento ni para la interacción localidad-tratamiento; los mismos que estadísticamente son similares (Tabla 28).

Tabla 28. Análisis de varianza para la variable rendimiento de arveja

Fuente de variación	GL	GL_E	Valor- F	Valor- p
Localidad	1	21	2.24	0.1494 ^{ns}
Tratamiento	3	21	0.18	0.9070 ^{ns}
Localidad: Tratamiento	3	21	1.21	0.3305 ^{ns}

ns: no significativo; GL: grados de libertad; GL_E: grados de libertad del error experimental.

Por su precocidad la arveja variedad lojanita, no presentó diferencias en cuanto al rendimiento, entre tratamientos ni localidades. Esto se explicaría por la adaptación de la

especie a las condiciones ambientales del lugar en que se desarrolla (Jácome, 2015). Al respecto Villacís (2014), quien expresa que el rendimiento se ve influenciado por el manejo técnico durante todo su ciclo de cultivo, las condiciones edáficas (textura, fertilidad, pH, capacidad de intercambio iónico) y las características agroecológicas que en condiciones favorables determinan buenos rendimientos.

4.1.9 Incidencia de cogollero

El ADEVA para la variable incidencia de cogollero como plaga del maíz (Tabla 29), mostró que no existen diferencias significativas para localidad- tratamiento; sin embargo, se encontraron diferencias significativas para localidad ($p=0.0003$).

Tabla 29. Análisis de varianza para la variable incidencia de cogollero.

Fuente de variación	GL	GL_E	Valor – F	Valor- p
Localidad	1	21	19.19	0.0003*
Tratamiento	3	21	0.36	0.7801 ^{ns}
Localidad: Tratamiento	3	21	1.01	0.4063 ^{ns}

*: Significativo; ns: no significativo; GL: grados de libertad; GL_E: grados de libertad del error experimental.

La prueba LSD Fisher (Tabla 30), muestra dos rangos de significancia, la localidad de Yahuarcocha con un mayor porcentaje de incidencia de ataque de cogollero con una media de 27,7% y Aloburo con 14,9%, indistintamente de los tratamientos evaluados.

Tabla 30. Prueba de LSD Fisher ($p=0.05$) para localidad y la variable incidencia de cogollero del maíz.

Localidad	Medias (%)	Rangos
Yahuarcocha	27.7	A
Aloburo	14.9	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

La incidencia del ataque de cogollero se diferencia entre una localidad y otra por las condiciones ambientales (precipitación, temperatura y humedad propias de cada ensayo). Adicionalmente, los cultivos que estuvieron en los alrededores del área experimental que mostraron influencia en los cultivos en estudio, para el caso de Yahuarcocha se registró cultivos de maíz híbrido en los lotes aledaños por tal motivo existió mayor ataque de cogollero, mientras que en Aloburo únicamente prevalecieron algunas especies propias de la zona como cactáceas y arbustos.

4.1.10 Incidencia de *Fusarium sp.*

El ADEVA (Tabla 31), muestran diferencias significativas para localidad así como también para la interacción localidad-tratamiento ($p= 0.0012$).

Tabla 31. Análisis de varianza para la variable incidencia de fusarium en maíz.

Fuente de variación	GL	GL_E	Valor - F	Valor -p
Localidad	1	12	12.39	0.0042*
Tratamiento	3	12	6.96	0.0057 ^{ns}
Localidad: Tratamiento	3	12	10.40	0.0012*

*: Significativo; ns: no significativo; GL: grados de libertad; GL_E: grados de libertad del error experimental.

El anexo, para la interacción localidad-tratamiento indica dos rangos de significancia: para el rango “A” la localidad de Yahuarcocha, el T2 con 25% de incidencia de *Fusarium sp.* en maíz, mientras que en el rango “B” la localidad de Aloburo, el T4 con una media de 4,76% de incidencia.

Cabe recalcar que la mayor incidencia de la enfermedad se dio en la localidad de Yahuarcocha (Anexo 7), en el T2; mientras, los demás tratamientos de esa localidad y el ensayo de Aloburo resultaron ser estadísticamente iguales. La mayor incidencia de *Fusarium sp.*, parece estar relacionada con la mayor humedad del suelo en topografía más plana del terreno. Al respecto Duarte, Echeverría, & Martínez (2016), afirman que el hongo de género *Fusarium sp.*, surge en el suelo a consecuencia de problemas de drenaje ocasionando la disminución del rendimiento de los cultivos.

4.1.11 Incidencia de *Ascochyta sp en arveja*

El ADEVA para la variable incidencia de *Ascochyta sp* (Tabla 32), mostró que no existen diferencias significativas para localidad y tratamiento así como tampoco para la interacción localidad-tratamiento por lo que demostraron ser estadísticamente similares.

Tabla 32. Análisis de varianza para la variable incidencia de *Ascochyta sp.*

Fuente de variación	GL	GL_E	Valor -F	Valor- p
Localidad	1	21	0.18	0.6744 ^{ns}
Tratamiento	3	21	1.55	0.2318 ^{ns}
Localidad: Tratamiento	3	21	1.33	0.2901 ^{ns}

ns: no significativo; GL: grados de libertad; GL_E: grados de libertad del error experimental.

4.1.12 Número de malezas en el cultivo asociado

El ADEVA para la variable número de malezas (Tabla 33), determinaron diferencias no significativas para la interacción localidad-tratamientos; y, diferencias significativas para localidad ($p=0.0016$) y tratamientos ($p=0.0112$).

Tabla 33. Análisis de varianza para la variable número de malezas.

Fuente de variación	GL	GL _E	Valor -F	Valor- p
Localidad	1	21	13.11	0.0016*
Tratamiento	3	21	4.74	0.0112*
Localidad: Tratamiento	3	21	1.07	0.3815 ^{ns}

*: Significativo; ns: no significativo; GL: grados de libertad; GL_E: grados de libertad del error experimental.

La prueba LSD Fisher (5%), para localidad (Tabla 34), presentó dos rangos de significancia. La localidad de Yahuarcocha con un promedio de 145,88 malezas presentó la mayor incidencia de arvenses; mientras que, la localidad de Aloburo con un promedio de 74,38 malezas, obtuvo el rango menor. Esta diferencia marcada entre localidades se fundamenta en que en Yahuarcocha el suelo es dedicado a la siembra de cultivos transitorios, mientras que el suelo de Aloburo es considerado improductivo por la calidad del mismo.

Tabla 34. ADEVA para la variable número de malezas.

Localidad	Medias	Rangos
Yahuarcocha	145.88	A
Aloburo	74.38	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

La prueba de LSD Fisher (5%) para tratamiento (Tabla 35), expresa dos rangos de significancia: el rango “A” el T1 con un promedio de 172 malezas/ m² y el T4 en el rango “B” con un promedio de 66 malezas/m², lo cual demuestra que la aplicación de mulch inhibe la germinación de semillas de arvenses. El mayor número de malezas se presentó en el tratamiento testigo, caso similar al reportado en la investigación de Frutos (2015), donde al evaluar el efecto de la utilización de mulch natural el testigo adquirió mayor población de malezas.

Al respecto, Kosterna (2014), menciona que las coberturas o mulch limitan el paso de luz hacia la superficie del suelo y como consecuencia se reduce la germinación y crecimiento de arvences o malas hierbas. Por otro lado, Teasdale, Shelton, Sadeghi, & Isensee (2003),

argumentan que la liberación de fitotoxinas presentes en las coberturas pueden inhibir el crecimiento del hipocótilo de las malezas evitando su aparición.

Tabla 35. Prueba de LSD Fisher para la variable número de malezas

Tratamiento	Medias	E.E.		
Testigo	172.00	29.18	A	
Mulch cebada	112.13	27.67	A	B
Mulch arveja	90.38	10.07		B
Mulch fréjol	66.00	11.49		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

4.2 Estudio de Impacto Ambiental generado por el mulch en cultivos asociados

Los resultados del estudio de impacto ambiental para cada uno de los ensayos experimentales se muestran en las Tablas 36 y 37, para las localidades de Yahuarcocha y Aloburo, respectivamente.

4.2.1 Identificación y valoración de Impactos Ambientales

4.2.1.1 Determinación de Áreas de Influencia Directa e Indirecta

- **Área de Influencia Directa (AID)**

El área de influencia directa (AID) se definió como la superficie en donde se generan de manera directa los impactos ambientales ocasionados por la actividad agrícola. Es por ello que se consideró a cada lote destinado a la producción de maíz (*Zea mays*) y arveja (*Pisum sativum*), en un área de 336 m², en Yahuarcocha y Aloburo respectivamente.

Para la determinación del área de influencia directa se analizaron los componentes bióticos, abióticos y sociales que pueden ser afectados directamente por las actividades de la agricultura. Se evidenció un alto nivel de afectación al recurso suelo en la ejecución de las labores culturales, al factor aire producido por los controles fitosanitarios y algunas especies de avifauna e insectos se vieron afectados al ser consideradas como plagas en los cultivos.

- **Área de Influencia Indirecta (AII)**

Esta área se encuentra relacionada con la afectación de carácter indirecto por las actividades de la agricultura sobre los componentes bióticos, abióticos y sociales determinados fuera del AID, donde las afectaciones positivas y negativas fueron débiles o casi inexistentes.

El área de influencia indirecta (AII) fue la zona donde los impactos potenciales pudieron tener menos probabilidad de ocurrencia, en este caso la constituyen los caminos, acequias y cultivos aledaños al ensayo. De esta manera en este espacio se desarrollan actividades de orden socioeconómico debido a los requerimientos propios de la zona, en la que posiblemente se observarán cambios o modificaciones ambientales y sociales procedentes de la ejecución del proyecto.

Según el “Estudio de Impacto Ambiental producido en la granja agrícola El Romeral” realizada por, (Díaz, 2010) en la ciudad de Cuenca, determinó el área de influencia indirecta considerando zonas aledañas a los cultivos de la granja, estas superficies ocupadas por asociación maíz frejol, terrenos en descanso, bosque y terreno baldío. Tomando en cuenta que el radio del AID fue de 350m se determinó que el radio del AII sea de 500m.

Por lo expuesto se consideró como Área de Influencia Indirecta (AII) 500 metros alrededor de cada ensayo en Yahuarcocha y Aloburo.

4.2.1.2 Matriz de Leopold

De acuerdo a las actividades llevadas a cabo dentro del proyecto de uso de coberturas vegetales, se analizó los impactos ambientales que éstas generan mediante la utilización de la matriz de Leopold (Tablas 36 y 37).

Se identificaron un total de 147 impactos en las dos localidades. En Yahuarcocha (Anexo 7), 46 son negativos equivalentes al 31 % y 101 impactos son positivos equivalentes al 69 %; mientras que en Aloburo (Anexo 8), 49 son negativos y 98 positivos representando el 33 % y 67 % respectivamente lo cual nos demuestra que en el área de influencia directa no se genera impactos que alteren de manera significativa el tema ambiental.

4.2.1.3 Impactos generados sobre los factores ambientales y sociales

En las figuras 5 y 6 se muestran los elementos ambientales que fueron modificados o afectados en las localidades de Yahuarcocha y Aloburo, en los cuales se determinó lo siguiente:

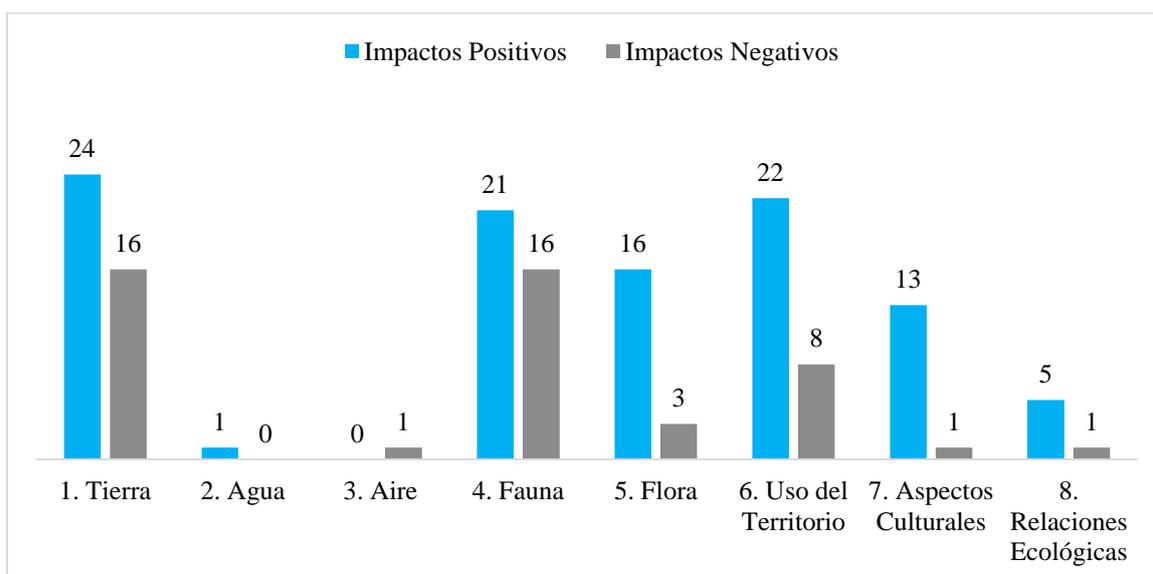


Figura 5. Impactos sobre los factores ambientales del proyecto - Yahuarcocha

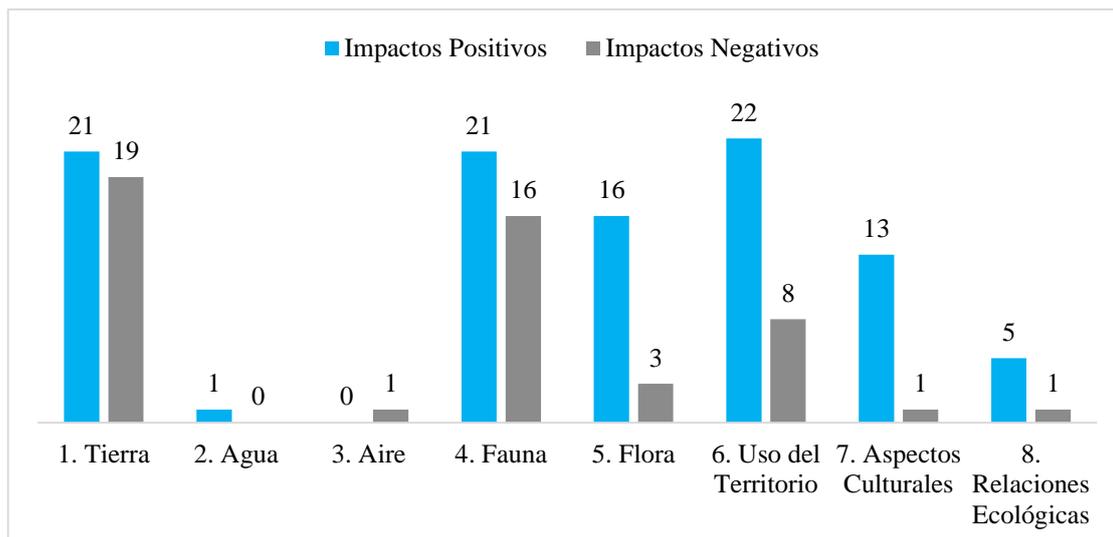


Figura 6. Impactos sobre los factores ambientales del proyecto - Aloburo

Suelo

El suelo se vio afectado negativamente en su mayoría por el arado, la instalación del sistema de riego, trazado de parcelas, siembra, deshierba, aporque, entre otras, provocaron el deterioro de la estructura y porosidad del mismo. Sin embargo, en este factor se encuentra el aspecto más relevante en cuanto se refiere a impacto positivo ya que el mulch orgánico influye en el mejoramiento del suelo. Al descomponerse le proporcionó continuamente nutrientes, fertilizándolo y mejorando la estabilidad estructural; asimismo, reduciendo el impacto causado por la lluvia y la compactación, dicha información se comprueba en la investigación del “Efecto de tres tipos de mulch orgánico en la calidad del suelo en parcelas de cultivos asociados en Aloburo y Yahuarcocha, Imbabura”, realizada por (Mejía & Monteros, 2018).

Agua

El aspecto que se tomó en cuenta en este factor fue el agua utilizada para riego, lo cual ocasionó un impacto positivo para el cultivo. Mediante el riego por goteo se aporta agua a los cultivos de manera controlada, así se satisface las necesidades hídricas que no fueron cubiertas mediante la precipitación.

Aire

En el factor aire se tomó en cuenta la toxicidad por pesticidas, debido a que producen un impacto negativo al dispersarse en el aire y ser transportados por el viento contribuyendo a

la contaminación del mismo. Se utilizaron productos de etiqueta verde con el fin de minimizar el impacto ya que, según el Centro Nacional de Información sobre Pesticidas (2015), dichos productos contienen ingredientes que permanecen en la atmósfera solo por un período corto de tiempo. Los pesticidas liberados al aire pueden depositarse en el suelo, ser descompuestos por la luz solar y el agua en la atmósfera, o disiparse en el aire circundante.

Fauna

Dentro de este factor se consideraron a los insectos y aves que constituyen plagas ya que se nutren de lo que proporciona el cultivo; así también bacterias y hongos patógenos. Por otra parte, también se vieron afectados negativamente, debido a que las actividades que se llevan a cabo en la agricultura en cuanto a la preparación del terreno (arado) y los cuidados culturales (desmalezado y controles fitosanitarios) influyen de manera directa en las interacciones de la fauna con el medio ambiente.

Flora

En este factor se analizó a los cultivos asociados y malezas frecuentes. Los cultivos asociados se vieron favorecidos en gran medida debido a que la función principal del mulch es evitar la erosión y controlar las malezas, favoreciendo la reducción de costos de insumos como: fertilizantes y herbicidas. Asimismo redujo la mano de obra para el desmalezado.

Uso del Territorio

Lo que se evaluó dentro del factor uso del territorio fue la actividad económica, infraestructura agrícola y paisaje dando resultados en su mayoría impactos positivos aunque no tan relevantes ya que este proyecto generó empleo a pocos jornales; las coberturas orgánicas mejoran la estética del paisaje dándole un valor agregado a sus características. No obstante, la incorporación de la infraestructura agrícola como tal, ocasionó daños en la capa superficial del suelo, así como en la fase de abandono al realizar el desmontaje del sistema.

Aspectos culturales

En cuanto a los aspectos culturales se identificó aspectos como los cultivos frecuentes, variedad de semillas utilizadas y jornales dando resultados en su mayoría positivos ya que la variedad de semillas utilizadas en el cultivo fue el mishca mejorado con el fin de aprovechar las características agronómicas del mismo como: buena calidad del grano,

tamaño y suavidad. Sin embargo, la parte negativa en este factor fue la poca generación de empleo debido a la superficie del ensayo y al uso de mulch.

Relaciones ecológicas

Dentro de este aspecto se evaluó el incremento de flora y fauna y manejo de residuos dando resultados positivos en su mayoría ya que mediante las labores culturales se beneficia a la fauna por medio de la remoción del suelo, la aparición de insectos, reptiles, mamíferos, entre otros; colaborando con las interacciones de la cadena alimenticia.

4.2.1.4 Impactos sobre los componentes ambientales y sociales en cada fase del proyecto

En las localidades de Yahuarcocha y Aloburo se analizaron los impactos ocasionados sobre los componentes ambientales y sociales en cada fase del proyecto Figuras 7 y 8.

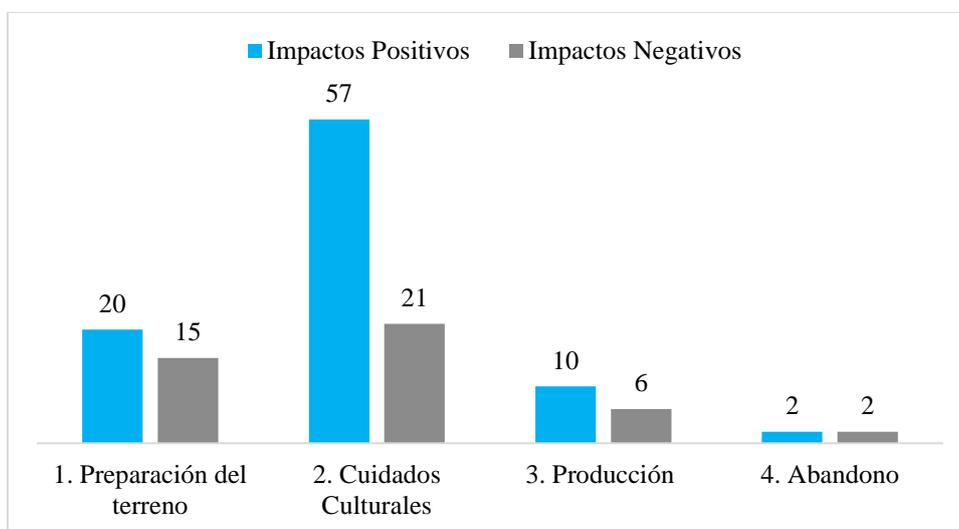


Figura 7. Impactos sobre los componentes ambientales y sociales en cada fase del proyecto - Yahuarcocha

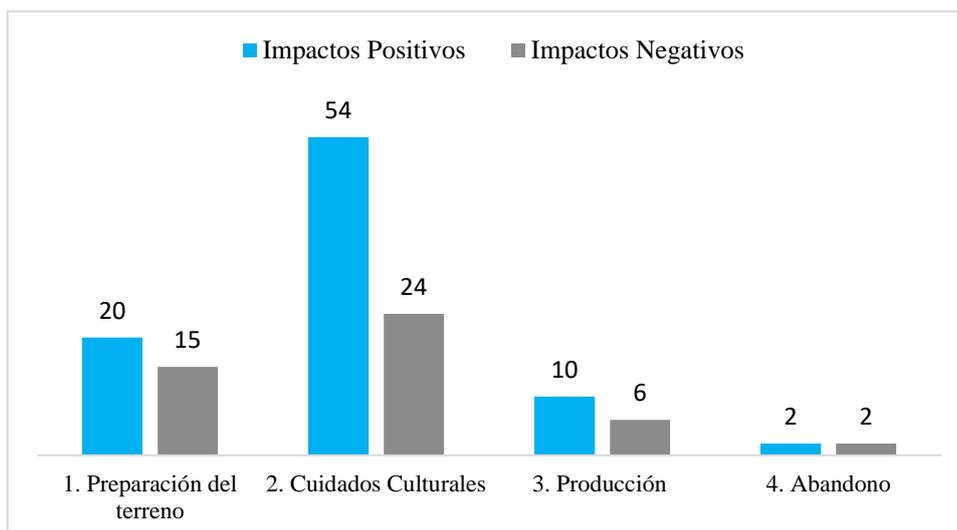


Figura 8. Impactos sobre los componentes ambientales y sociales en cada fase del proyecto - Aloburo

Al analizar el análisis de cada una de las fases del proyecto se identificó que los cuidados culturales brindan impactos positivos al medio ambiente ya que éstos aportan las condiciones y requerimientos necesarios que una planta necesita para crecer. Estas actividades también implican un correcto uso del recurso agua y de los productos fitosanitarios, permitiendo de esta manera una mayor productividad lo cual favorece a la economía de la población.

4.2.1.5 Impactos sobre cada tratamiento

Se realizó el análisis de impactos positivos y negativos generados en cada tratamiento y localidad Figuras 9 y 10.

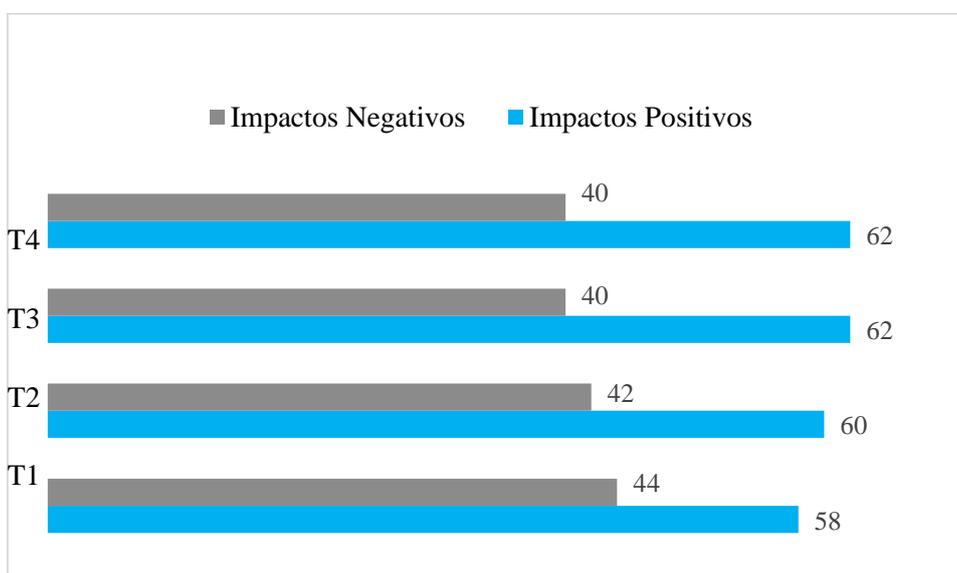


Figura 9. Impactos sobre los tratamientos localidad Yahuarcocha.

Al evaluar los tratamientos de la localidad Yahuarcocha se determinó que los mejores fueron T3 (Mulch de cebada) y T4 (Mulch de fréjol) ya que mostraron mayores rendimientos de maíz y arveja, debido a que se obtuvo mayor incremento de macronutrientes en el suelo, mejorando también su estructura y porosidad. El T1 (Tratamiento sin mulch), tuvo impactos negativos puesto que al no haberse incorporado mulch el suelo presentó menores niveles de nutrientes además de que su estructura se afectó en mayor medida durante los cuidados culturales. Así también el T2 (Mulch de arveja) se vio afectado negativamente por un patógeno del género *Fusarium* que ocasionó la pérdida de varias especies.

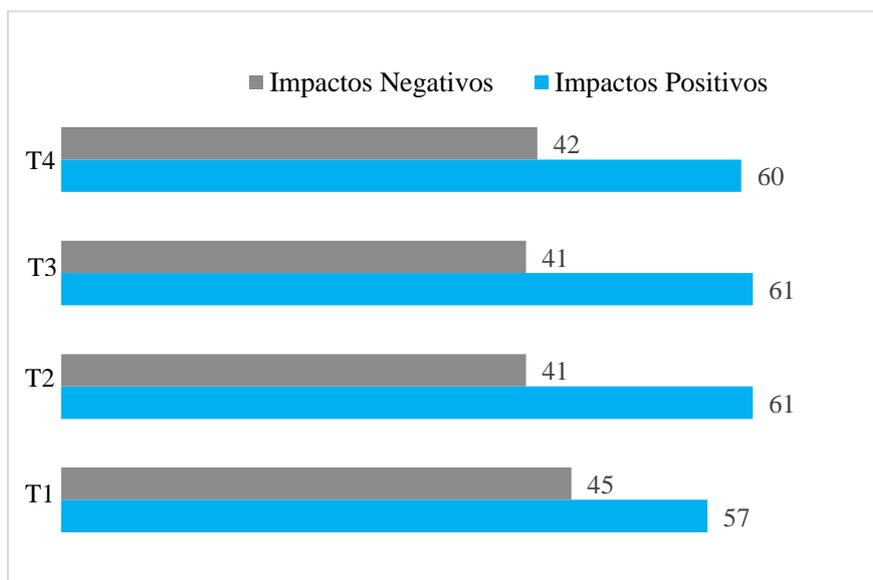


Figura 10. Impactos sobre los tratamientos localidad Aloburo

Al evaluar los tratamientos de la localidad de Aloburo se determinó que el mejor fue el T3 (Mulch de cebada) y T2 (Mulch de arveja) por mostrar mayores rendimientos. El T1 (Tratamiento sin mulch) tuvo mayor impacto negativo debido a que sufrió estrés hídrico, por ende este factor fue el principal factor limitante de crecimiento en las plantas ocasionando bajos índices en la producción. Cabe recalcar que en los tratamientos (T2, T3, T4) ocurrió una disminución de los niveles de K (Potasio) en el suelo; lo que también indica un impacto negativo en dichos tratamientos.

4.3 Propuesta de Plan de Manejo Ambiental utilizando mulch orgánico en cultivos asociados

El Plan de Manejo Ambiental despliega las medidas de manejo ambiental necesarias para prevenir, mitigar, controlar, proteger o compensar los impactos detectados que se derivan de las actividades agrícolas. La finalidad es explicar las herramientas necesarias para el buen manejo de las fases que pueden afectar al medio físico, biótico y social del área de influencia, durante el progreso de las actividades definidas.

Posterior a la investigación realizada se levantó un plan de manejo sistémico, constituido por un plan de manejo de recursos naturales del cual se desarrolló estrategias con los siguientes objetivos:

- Realizar un manejo apropiado para el suelo mediante el uso de técnicas agroecológicas.
- Plantear medidas para el manejo adecuado de pesticidas.
- Determinar medidas para el control de plagas: insectos y aves.

4.3.1. Estrategia 1: Programa de Agricultura Sostenible

Justificación

La creciente demanda de alimentos aumenta la presión sobre los recursos naturales, sean suelos, bosques, praderas, mares o ríos. Para hacer frente a esta situación, los países miembros de la FAO declaran esencial priorizar la producción sostenible de alimentos básicos y nutritivos para garantizar la seguridad alimentaria (FAO, 2015). Por ello es fundamental promover prácticas de producción sostenible que minimizan la presión sobre los recursos naturales, al realizar un adecuado manejo y conservación de la biodiversidad, reducir el uso de insumos nocivos para el medio ambiente, y usar variedades autóctonas y policultivos.

Desarrollo

En el programa las actividades van enfocadas directamente a incentivar el uso de técnicas agroecológicas con el fin de mitigar el impacto producido por la agricultura. Se lo efectuará mostrando medidas para la aplicación de las técnicas más utilizadas (Tabla 38).

Tabla 38. Medidas para el Programa de agricultura sostenible

Actividad 1			
Uso de Técnicas Agroecológicas			
Objetivo: Difusión de técnicas agroecológicas.			
Responsables: Tesistas.			
Aspecto Ambiental	Impacto Identificado	Medidas propuestas	Recursos e Insumos
- SUELO (Preparación del terreno, labores culturales y desmontaje del sistema)	- Posible afectación al suelo por el arado en la fase de preparación del terreno y por los cuidados culturales al cultivo y en la fase de abandono por el desmontaje del sistema.	- Difusión de las principales técnicas agroecológicas en las localidades de Yahuarcocha y Aloburo. - Evaluación y caracterización de las condiciones actuales del área de estudio en lo que a suelo se refiere. - Aplicación de la técnica agroecológica asocio de cultivo (maíz-arveja o maíz-fréjol). - Elaboración de abonos orgánicos. - Uso de agroquímicos de etiqueta verde.	- Socialización, material de difusión. - Realización de mapas de uso actual, uso de ArcGis. - Cantidades de semillas para el cultivo, de preferencia semillas que se adapten al sitio de cultivo. - Recolección de materiales e insumos para su elaboración. - Verificación de etiquetas, composición química y dosificación del producto.

Son muchas las ventajas las que proporciona una buena práctica agrícola y la más importante es la conservación de los recursos naturales. La agricultura sostenible consiste en las diferentes labores de la tierra respetando la biodiversidad, la calidad de los suelos y el agua. Siendo capaz de responder al reto de la seguridad alimentaria mundial, y ofreciendo beneficios económicos, sociales y medioambientales. Atares (2014), menciona que aplicando métodos de cultivo sostenible los agricultores podrán producir más en espacios más pequeños y sin tener que utilizar plaguicidas ni fertilizantes químicos. De este modo aumentará la disponibilidad de mejores alimentos para consumir y vender y además podrán reducirse los costos de producción de los alimentos así como la contaminación del aire, del agua y la tierra.

4.3.2. Estrategia 2: Programa de control de plagas

Justificación

Las plagas y enfermedades de las plantas afectan a los cultivos alimentarios, lo que causa pérdidas significativas a los agricultores y amenaza la seguridad alimentaria. Estas reducen la vitalidad y capacidad de producción de las plantas y están constituidas principalmente por insectos, ácaros, nemátodos, caracoles, aves y roedores. Es importante realizar un control de preferencia con técnicas amigables con el ambiente para regular y dar un adecuado manejo a las especies referidas como plaga.

Desarrollo

Las actividades de este programa están encaminadas a llevar un manejo adecuado de las plagas que se presentaron en los dos sitios experimentales. Proponiendo medidas para combatir las de manera natural o a su vez utilizando productos fitosanitarios de etiqueta verde. Con el propósito que sean tratadas a tiempo y no afecten a la productividad del cultivo y por ende a la economía de la población. (Tabla 39)

Tabla 39. Medidas para el programa de control de plagas.

Actividad 1

Control de insectos plaga

Objetivo: Aplicar medidas para el control de plagas.

Responsables: Tesistas.

Aspecto Ambiental	Impacto Identificado	Medidas propuestas	Recursos e Insumos
FAUNA (Plagas)	Posible afectación a especies de insectos considerados como plaga.	<ul style="list-style-type: none"> - Identificación de los principales insectos plaga. - Elaborar trampas para insectos adultos. - Sembrar plantas repelentes. 	<ul style="list-style-type: none"> - Reconocimiento con salidas de campo con acompañamiento técnico. - Construcción de trampas cromáticas con aceite comestible. - Especies utilizadas para la siembra (romero, ruda, ajeno y menta).

Actividad 2

Control de aves plaga

Responsables: Tesistas.

Aspecto Ambiental	Impacto Identificado	Medidas propuestas	Recursos e Insumos
FAUNA (Plagas)	Posible afectación sobre algunas especies de avifauna que son consideradas como plagas en los cultivos.	<ul style="list-style-type: none"> - Identificación de las principales aves consideradas como plagas. - Cercar el lote para evitar la entrada de aves plaga que ocasionen daños al cultivo. - Usar espantapájaros. 	<ul style="list-style-type: none"> - Reconocimiento con salidas de campo. Tomando en cuenta que el cultivo fue de maíz- arveja se considera el orden Passeriformes y Columbiformes. - Construcción de cerco con postes y mallas. - Elaboración de espantapájaros.

Al aplicar medidas para el control de plagas se logrará erradicar en gran medida a las especies de insectos y aves referidas como plagas que ocasionen daños al cultivo. El beneficio de realizar un control natural de plagas es que no se usan sustancias químicas, además de que se manejan técnicas manuales y plantas repelentes. Según Alfonso, (2010) Los bioplaguicidas son altamente específicos contra las plagas objetivo y generalmente representan poco o ningún riesgo para las personas o el medio ambiente. Los pesticidas tradicionales, por el contrario, en general son materiales sintéticos, que no sólo afectan a la plaga objetivo, sino también organismos no deseados, tales como insectos benéficos, la vegetación circundante y la vida silvestre.

4.3.3. Estrategia 3: Programa de calidad del aire

Justificación

La calidad del aire es una medida de la cantidad de contaminantes que existen en la atmósfera. Los plaguicidas en la agricultura y entornos urbanos tienen el potencial de contaminar el aire, afectando la salud humana, animal y vegetal. Algunos ingredientes en pesticidas como es el caso de los productos de etiqueta verde permanecen en la atmósfera solo por un período corto de tiempo, mientras que otros pueden durar más tiempo.

Desarrollo

Este programa tiene como propósito promover el uso de productos químicos que no sean nocivos para el medio ambiente. Asimismo manifestar que se pueden elaborar pesticidas orgánicos con recursos que brinda la naturaleza (Tabla 40).

Tabla 40. Medidas para el programa de calidad del aire.

Actividad 2			
Aplicación de medidas para un adecuado manejo de pesticidas.			
Objetivo: Manejar pesticidas de origen natural o productos amigables con el ambiente.			
Responsables: Dueños de los predios, Tesistas.			
Aspecto Ambiental	Impacto Identificado	Medidas propuestas	Recursos e Insumos
AIRE (Controles fitosanitarios)	Posible afectación al aire por uso de pesticidas en los controles fitosanitarios a los cultivos.	- Utilización de productos que sean amigables con el ambiente, de preferencia orgánicos o a su vez de etiqueta verde. - Elaboración de pesticidas orgánicos. - Verificación de etiquetas, composición química y dosificación del producto, así como reducir el número de aplicaciones de pesticidas	- Adquisición de productos de etiqueta verde. - Utilización de ingredientes naturales para su elaboración (cebolla, ajo, ají, cítricos). - Material de difusión, socialización.

Con el uso racional de pesticidas y en lo posible de origen orgánico se logrará disminuir el impacto que generan los pesticidas suspensos en el aire, así como también se velará por la salud de la población. Martínez y Gómez (2007), menciona que los pesticidas de origen natural son eficaces en el control de plagas agrícolas, sin causar daños graves al ambiente o empeorar la contaminación del mismo. La investigación y el desarrollo de su aplicación práctica en el campo se enfocan a mitigar los impactos causados por residuos de plaguicidas

químicos, aunque por su naturaleza biológica también promueven el desarrollo sustentable de la agricultura.

Medidas de mitigación de impactos negativos en las dos localidades

- Realizar las aspersiones de pesticidas y fertilizantes en horas de menor viento para no afectar a cultivos aledaños y evitar el arrastre de olores.
- Evitar aplicaciones cuando hubiera probabilidades de lluvia, para disminuir la lixiviación de los productos hacia las aguas subterráneas.
- Reducir la remoción del suelo en los aporques con la finalidad de disminuir la erosión y así evitar el taponamiento del mulch.
- Emplear la vestimenta y equipo de protección adecuado al realizar las aspersiones de pesticidas.
- Utilizar equipo en buen estado, previamente regulado

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES

- Los factores ambientales y condiciones físicas del suelo de cada localidad influyeron en las variables agronómicas evaluadas, siendo así que en Yahuarcocha, el mulch de cebada (T3), sobresalió para las variables: altura de planta de maíz total (280,53cm), longitud de mazorca (17,94cm) y diámetro de mazorca (5,15cm), y en Aloburo destacó el tratamiento con mulch de arveja (T2) para longitud y diámetro de mazorca (14,78cm y 4,88cm).
- El ensayo de Yahuarcocha presentó los mejores promedios en la mayoría de las variables agronómicas evaluadas; sin embargo, el rendimiento (2.1 t/ha), fue bajo debido a los problemas de pudrición de raíz por *Fusarium sp*, comprobándose que la presencia de enfermedades disminuye el rendimiento productivo de los cultivos asociados.
- El mulch incide en las variables agronómicas, así: el tratamiento con mulch de cebada (T3) presentó los promedios más altos en las dos localidades para la variable número de vainas por planta (8 y 7,25 vainas/planta) y el tratamiento con mulch de fréjol (T4) mostró los mejores resultados en cuanto a longitud de vainas en las dos localidades 7,64 cm y 7,36 cm, respectivamente.
- La afectación por *Fusarium sp*. se presentó con mayor intensidad en Yahuarcocha en el tratamiento de mulch de arveja que sufrió una afectación del 25% por ser suelos dedicados continuamente a cultivos bajo condiciones de riego.
- De manera general los tratamientos con mulch controlaron adecuadamente el crecimiento de malezas, siendo el mulch de fréjol (T4) el que obtuvo los menores porcentajes de maleza en las dos localidades, con valores de 41,08 y 33,40 % en relación con el porcentaje adjudicado al testigo que fue del 100%.

- Indistintamente de la localidad, las coberturas orgánicas aplicadas intervienen directamente en el comportamiento agronómico de los cultivos de manera positiva frente al testigo en cuanto a longitud y diámetro de mazorca, número de vainas por planta, longitud de vaina y número de malezas; por tanto, se comprueba la hipótesis alternativa.
- La matriz de Leopold determinó que las dos localidades presentan en su mayoría impactos de carácter positivo en los elementos: suelo, flora, fauna, uso de territorio; y, de carácter negativo en cierta afectación de las características físicas del suelo.
- En términos generales en el área de influencia directa no se generó impactos que alteren de manera significativa el ambiente.

6. RECOMENDACIONES

- Utilizar mulch orgánico en las áreas cultivadas de Yahuarcocha y Aloburo con el fin de mejorar las características hídricas y de fertilidad del suelo para lograr un mayor crecimiento, desarrollo y producción de cultivos.
- Realizar análisis bromatológico previo de los materiales orgánicos a ser usados como mulch a fin de conocer los contenidos nutricionales de cada uno y saber el aporte de nutrientes disponibles para las plantas.
- Aunque estadísticamente no hubo diferencias entre los materiales empleados para hacer el mulch, se recomienda emplear los residuos de cebada por ser menor el riesgo de contaminación por plagas.
- Debido a que los suelos de Aloburo son pobres en materia orgánica y con mayor pendiente requieren la incorporación de materia orgánica para mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.
- En razón de haberse encontrado impactos ambientales negativos en el proceso de producción de cultivos, se recomienda aplicar el Plan de Manejo Ambiental propuesto en esta investigación para las dos localidades estudiadas.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Alfonso, M. 2002. Agricultura Orgánica. *Los plaguicidas botánicos y su importancia en la agricultura orgánica*. 2. 26-30
- Altieri, M., Funes, F., Petersen, P., Tomic, T., & Medina, C. (2011). Sistemas agrícolas ecológicamente eficientes para los pequeños agricultores.
- Andrango, N. (2010). *Eficiencia del abono bioprocanor de la Empresa Municipal de Rastro Ibarra en dos cultivos para disminuir el efecto de la degradación del suelo*. Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.
- Atares, A., (2014). Agricultura de Conservación. *Ahorro energético, de tiempos de trabajo y de costes en Agricultura de Conservación*, 36-43.
- Blessing, D., & Hernández, G. (2009). *Comportamiento de variables de crecimiento y rendimiento en maíz (Zea mays L.) var.NB-6 bajo prácticas de fertilización orgánica y convencional en la finca el plantel*. Managua.
- Bunch, R. (1993). El potencial de coberturas muertas en el alivio de la pobreza y la depredación ambiental. . *Seminario Internacional sobre Cobertura de Leguminosas en Cultivos Permanentes*. Santa Bárbara, Venezuela.
- Cárdenas, J. (2009). *Malezas de la Sierra*. Paper presented at the Guía de identificación en el campo, Quito.
- Cardona, C., Rodriguez, I., & Bueno, J. (2005). Biología de la mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*). *Biología y manejo de la mosca blanca Trialeurodes vaporariorum en fríjol y en habichuela*, 4-13.
- Chango, L. (2012). *"Control de gusano cogollero (Spodoptera frugiperda) en el cultivo de maíz (Zea mays L.)"*.
- Chaqui, C. (2013). *Formación de una variedad experimental de maíz amarillo suave (Zea mays L) tipo "Mishca" a partir de medios hermanos y hermanos ccompletos*. Tumbaco, Pichincha. Quito.
- Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. (2004). *Enfermedades del maíz: una guía para su identificación en el campo*. México: CIMMYT.
- Centro Nacional de Información sobre Pesticidas. (2015). *U.S. Environmental Protection Agency Office of Pesticide Programs*. Obtenido de <http://npic.orst.edu/reports/NPIC15AR.pdf>

- Codificación de la Ley de Gestión Ambiental. (2004). *Suplemento del Registro oficial 418*. Quito.
- Constitución de la República del Ecuador. (2008). *Registro Oficial, 449*.
- Contreras, O., & Moreno, F. (2005). Cobertura muerta y arvenses en la asociación *Lactuca sativa-Allium ampeloprasum*.
- Crespo, M. (2012). Estudio preliminar para la producción y comercialización para la exportación de arveja de grano (*Pisum sativum L.*). Guatemala, Guatemala. Obtenido de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/6144/1/Marco%20Antonio%20Crespo%20Rodr%C3%ADguez.pdf>
- Duarte, Y., Echeverría, A., & Martínez, B. (2016). *Identificación y caracterización de aislamientos de Fusarium spp. presentes en garbanzo (Cicer arietinum L.) en Cuba*. Obtenido de: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-27522016000300004&lng=es&tlng=es.
- Estevan, M. (1981). *Las evaluaciones de impacto ambiental. Criterios y metodologías. Boletín informativo del medio ambiente*. Madrid.
- Fachín, C. (2013). *Comparativo del efecto de la cobertura vegetal viva y del mulch sobre el rendimiento del cultivo de maíz (zea mays l.) Var. M-28-T, EN YURIMAGUAS"*.
- FAO. (2011). *Prácticas de Conservación de Suelos y Agua para la Adaptación Productiva a la Variabilidad Climática*. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-as431s.pdf>
- FAO. (2014). *Agricultura Familiar en América Latina y El Caribe*. Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/019/i3788s/i3788s.pdf>
- Farfán, F., Baute, J., & García, J. (2008). *Efecto de las coberturas arbóreas y vegetal muerta sobre la producción de café, en la zona cafetera norte de Colombia*. Obtenido de <http://docplayer.es/40667508-Efecto-de-las-coberturas-arborea-y-vegetal-muerta-sobre-la-produccion-de-cafe-en-la-zona-cafetera-norte-de-colombia.html>
- Frutos, J. (2015). Efecto de la utilización del mulch natural, maíz (*zea mays L.*), caña de azúcar (*Saccharum officinarum L.*), vicia (*Vicia sativa L.*) y avena (*Avena sativa L.*) sobre la producción del brócoli (*Brassica oleracea L.*) en el campus Querochaca. Ambato, Tungurahua, Ecuador.
- García, A. (2010). Uso de indicadores de calidad del suelo como estrategia para prevenir su degradación. . 5.
- García, E., Calderón, E., & Alvarez, G. (1993). Manejo integrado de plagas en arveja china fase I. Guatemala, Guatemala.

- Gaspar, L., & Tejerina, W. (2007). Fertilización del cultivo de maíz. *Agro Estrategias*, 1-4. Obtenido de <http://www.agroestrategias.com/pdf/Cultivos%20-%20Fertilizacion%20de%20Maiz.pdf>
- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de San Miguel de Ibarra. (2005). *Actualización Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Ibarra 2007- 2015*. Ecaudor: Autor.
- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de San Miguel de Ibarra. (2016). *Actualización Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Ibarra 2015-2023*. Ibarra.
- González, G. (2007). Mulch (acolchado, mantillo). *Boletín informativo*.
- Gómez, D. (1992). Evaluación de Impacto Ambiental. *Estrategias de Evaluación de Impacto* p.48
- INIAP. (1997). Variedades mejoradas de arveja (*Pisum sativum L.*) de tipo enana-erecta. 3-4.
- INIAP. (1997). Variedades de arveja erecta-enana. *Programa Nacional de Leguminosas*.
- INIAP. (1999). Plagas del maíz (*Zea mays*) en el Litoral Ecuatoriano. *Comisión para la protección integrada de cultivos*, 9-19.
- INIAP. (1999). Plagas del maíz (*Zea mays*) en el Litoral Ecuatoriano sus características y control. *Plagas del maíz (Zea mays)*, 25-36.
- INIAP. (2002). Ficha técnica de la variedad de maíz amarillo harinoso INIAP-124 "Mishca mejorado" para las Provincias de Pichincha, Cotopaxi y Tungurahua . 1-16.
- INIAP. (2006). Muestreo del suelos para análisis químico con fines agrícolas.
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología - INAMHI. (2015). *Boletín Agrometeorológico mensual*. Ecuador.
- Instituto de Potasa y Fosfato. (1998). Effect of potassium on crop maturity. *Informaciones agronómicas*, 9-13.
- Izabá, R., & Acevedo, G. (2009). Aplicación de diferentes grosores de mulch para el control del coyolillo (*Cyperus rotundus L.*) en el cultivo del maíz (*Zea mays L.*). *Nexo Revista Científica*, 42-47.
- Jácome, F. (2015). "Evaluación de la adaptabilidad de seis variedades mejoradas de arveja (*Pisum sativum*) mediante el apoyo de investigación participativa en la parroquia Eloy Alfaro (Chan y San Juan) Cantón Latacunga Provincia de Cotopaxi". Latacunga, Cotopaxi, Ecuador.

- Kosterna, E. (2014). The effect of different types of straw mulches on weed-control in vegetables cultivation. *Journal of Ecological Engineering*.
- Liebman, M. (1997). Sistemas de policultivos. *Altieri, MA Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable. CLADES. La Habana*, 133-141.
- Márquez, R., Córdova, T., Castejón, L., & Higuera, A. (2003). *Efecto de la aplicación de cobertura vegetal de Cenchrus ciliaris L y fertilización fosfórica sobre el porcentaje de control de malezas, rendimiento y concentración de fósforo en semillas de frijol Vigna unguiculata (L) Walp.* Obtenido de Revista de la Facultad de Agronomía: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-78182003000400004&lng=es&tlng=es
- Martínez, V. y Gómez, A. (2007). Riesgo genotóxico por exposición a plaguicidas en trabajadores agrícolas. *Contaminación Ambiental*. México, 185-200.
- Martínez, A., & Leyva, Á. (2014). La biomasa de los cultivos en el ecosistema. . *Scielo* , 11-20. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362014000100002&lng=es&tlng=es.
- Mejía, G., & Monteros, D. (2018). "Efecto de tres tipos de mulch orgánico en la calidad del suelo en parcelas de cultivos asociados en Aloburo y Yahuarcocha, Imbabura". Ibarra, Imbabura, Ecuador.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2013). *Aprendiendo a luchar contra la desertificación, degradación de tierras y sequía en el Ecuador*. Quito.
- Nadal, S., Moreno, M., & Cubero, I. (2004). El cultivo de arveja. En *Las leguminosas de grano en la agricultura moderna* (págs. 196-205). Madrid: Mendi-Premesi.
- Osorio, L., & Castaño, J. (2011). *Caracterización del agente causante de la pudrición de raíces de la arveja (Pisum sativum L.) enfermedad endémica en el municipio de Manizales, Caldas-Colombia.* Obtenido de [http://200.21.104.25/agronomia/downloads/Agronomia19\(2\)_4.pdf](http://200.21.104.25/agronomia/downloads/Agronomia19(2)_4.pdf)
- Paéz, J. (1996). Análisis del impacto ambiental. En *Introducción a la Evaluación del Impacto Ambiental* (pág. 104). Quito.
- Parsons, D., Mondoñedo, J., Salinas, K., & Olmos, U. (1990). *Manuales para educación agropecuaria. Maíz*. México: Trillas.
- Patiño, W., & Valderrama, J. (1997). Evaluación de nueve variedades de arveja (*Pisum sativum L.*) para uso industrial, en la región de Suba, Santa Fe de Bogotá. Bogotá, Colombia.

- Plan Nacional del Buen Vivir. (2013). Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo. Quito.
- Primavesi, A. (1982). Manejo Ecológico del Suelo. *La Agricultura en Regiones Tropicales. Quinta Edición. Editorial "El Ateneo.*
- Puga, J. (1992). El cultivo de la arveja. En *Manual de la arveja* (págs. 82-84). Quito: PROEXANT.
- Puetate, L. (2015). *Evaluación de dos poblaciones de maíz amarillo suave tipo "mishca" (Zea mays L.) en dos localidades de Pichincha.*
- Reyes, P. (1990). *El maíz y su cultivo* (S. A. A.G.T. Editor Ed.). México.
- Salgado, S. (2006). *Manejo de fertilizantes y abonos orgánicos.* Tabasco.
- Sobrero, C. (2003). *Impacto del uso de pesticidas asociado a la siembra directa sobre especies no-blanco. Flora riparia y acuática.* Paper presented at the En Memorias Conferencia Internacional Usos Múltiples del Agua.
- Suquilanda, M. (2008). *El deterioro de los suelos en el Ecuador y la producción agrícola.* Obtenido de <http://www.secsuelo.org/wp-content/uploads/2015/06/3.-Ing.-Manuel-Suquilanda.-Suelos.pdf>
- Teasdale, J., Shelton, D., Sadeghi, A., & Isensee, A. (2003). Influence of hairy vetch residue on atrazine and metolachlor soil concentration and weed emergence. *Weed Science.*
- Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente. (2012). *Proceso de cierre técnico y saneamiento de desechos sólidos y viabilidad técnica. Acuerdo 052.* Quito.
- Tipaz, C. (2014). *"Evaluación de tratamientos químicos más fosfito de calcio para el control de antracnosis (Ascochyra pisi) en cultivo de arveja (Pisum sativum L.), en el Cantón Huaca".* Retrieved from <http://www.repositorioupec.edu.ec>
- Ulcuango, J. (2013). *Evaluación de 6 tipos de mulch orgánicos e inorgánicos y su influencia en la productividad y calidad de la gypsophila (gyp. Paniculata variedad over time) en la finca Santa Martha, Cusubamba, Cantón Cayambe.*
- Vega, C., Sánchez, J., & Pineda, R. (1999). Efecto de 3 tipos de mulch sobre rendimiento y economía de agua en el cultivo de maíz en Piura. In *Manejo ecológico de suelos* (pp. 137-144). Piura: Editorial Gráfica Sttefany S.R.Ltda
- Villamizar, Á. (2014). *El cultivo de arveja.* Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/249672652/El-Cultivo-de-La-Arveja>

8. ANEXOS

Anexo 1. Análisis completo de suelo y cálculo de fertilización de la localidad Aloburo.



LABONORT

LABORATORIOS NORTE
Av. Cristobal de Troya y Jaime Roldos Ibarra - Ecuador cel. 0999591050

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS																							
DATOS DE PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD																					
Nombre: UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE		Provincia: Imbabura																					
Ciudad: Ibarra		Cantón: Ibarra																					
Teléfono: 0981661034		Parroquia: Aloburo																					
Fax:		Sitio: Aloburo																					
DATOS DEL LOTE		DATOS DE LABORATORIO																					
Sitio: Aloburo		Nro Reporte.: 7317																					
Superficie:		Tipo de Análisis: Completo																					
Número de Campo: M 1 - A		Muestra: Suelo M 1 - A																					
Cultivo Actual:		Fecha de Ingreso: 2016-11-22																					
A Cultivar: Maíz		Fecha de Reporte: 2016-11-30																					
Nutriente	Valor	Unidad	INTERPRETACION																				
N	32.72	ppm																					
P	11.43	ppm																					
S	6.62	ppm																					
K	1.32	meq/100 ml																					
Ca	14.18	meq/100 ml																					
Mg	5.54	meq/100 ml																					
Zn	10.38	ppm																					
Cu	4.44	ppm																					
Fe	8.94	ppm																					
Mn	0.46	ppm																					
B	0.85	ppm																					
pH	7.82																						
Acidez Int. (Al+H)		meq/100 ml																					
Al		meq/100 ml																					
Na		meq/100 ml																					
Ce	0.416	mS/cm																					
MO	2.46	%																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Ca</th> <th>Mg</th> <th>Ca+Mg (meq/100ml)</th> <th>Sum Bases</th> <th>NTot</th> <th>Cl</th> <th>Arena</th> <th>Limo</th> <th>Arcilla</th> <th>Clase Textural</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2.56</td> <td>4.20</td> <td>14.94</td> <td>21.04</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Ca	Mg	Ca+Mg (meq/100ml)	Sum Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla	Clase Textural	2.56	4.20	14.94	21.04						
Ca	Mg	Ca+Mg (meq/100ml)	Sum Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla	Clase Textural														
2.56	4.20	14.94	21.04																				
Dr. Quím. Edison M. Miño M. Responsable Laboratorio 																							



CÁLCULO DE FERTILIZANTE

Datos:

Recomendación para cultivo en asocio maíz- arveja: 80-50-50 kg/ha. N-P-K

Fertilizantes:

- a. Muriato de potasio (0-0-60)
- b. 18-46-0
- c. Urea (46-0-0)

Cálculos por hectárea

Muriato de potasio (0-0-60)

$$60 \text{ ----- } 100$$

$$50 \text{ ----- } X = 83,3 \text{ kg/ha}$$

18-46-0

$$46 \text{ ----- } 100$$

$$50 \text{ ----- } X = 108,7 \text{ kg/ha}$$

$$18 \text{ ----- } 100$$

$$X \text{ ----- } 108,7 \quad X = 19,6 \text{ kg/ha (N)}$$

$$80 - 19,6 = 60,4 \text{ kg/ha (N) (Falta)}$$

Urea (46-0-0)

$$46 \text{ ----- } 100$$

$$60,4 \text{ ---- } X = 131,4 \text{ kg/ha}$$

Cálculo por parcela (21 m²)

Muriato de potasio (0-0-60)

$$21\text{m}^2 \times 83,3 \text{ kg} / 10000 \text{ m}^2 = 0,17 \text{ kg} = 170 \text{ g}$$

(18-46-0)

$$21\text{m}^2 \times 108,7 \text{ kg} / 10000 \text{ m}^2 = 0,23 \text{ kg} = 228 \text{ g}$$

(46-0-0)

$$21\text{m}^2 \times 131,39 \text{ kg} / 10000 \text{ m}^2 = 0,28 \text{ kg} = 276 \text{ g}$$

Anexo 2. Análisis completo de suelo y cálculo de fertilización de la localidad Yahuarcocha.

LABONORT

LABORATORIOS NORTE
Av. Cristobal de Troya y Jaime Roldos Ibarra - Ecuador cel. 0999591050

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS																																
DATOS DE PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD																														
Nombre: UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE		Provincia: Imbabura																														
Ciudad: Ibarra		Cantón: Ibarra																														
Teléfono: 0981661034		Parroquia: Yahuarcocha																														
Fax:		Sitio: Yahuarcocha																														
DATOS DEL LOTE		DATOS DE LABORATORIO																														
Sitio: Yahuarcocha		Nro Reporte.: 7316																														
Superficie:		Tipo de Análisis: Completo																														
Número de Campo: M 1-Y		Muestra: Suelo M 1 - Y																														
Cultivo Actual:		Fecha de Ingreso: 2016-11-22																														
A Cultivar: Maíz		Fecha de Reporte: 2016-11-30																														
Nutriente	Valor	Unidad	INTERPRETACION																													
N	28.08	ppm																														
P	42.76	ppm																														
S	6.89	ppm																														
K	0.81	meq/100 ml																														
Ca	16.95	meq/100 ml																														
Mg	4.95	meq/100 ml																														
Zn	15.49	ppm																														
Cu	4.80	ppm																														
Fe	46.67	ppm																														
Mn	2.65	ppm																														
B	0.63	ppm																														
pH	7.60																															
Acidez Int. (Al+H)		meq/100 ml																														
Al		meq/100 ml																														
Na		meq/100 ml																														
Ce	0.350	mS/cm																														
MO	4.29	%																														
Ca	Mg	Ca+Mg (meq/100ml)	%	ppm																												
Mg	K	K	Sum Bases	NTot																												
3.42	6.11	27.04	22.71																													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4"></th> <th colspan="3" style="text-align: center;">Clase Textural</th> </tr> <tr> <th colspan="2"></th> <th style="text-align: center;">%</th> <th colspan="2"></th> <th colspan="2"></th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">Arenas</th> <th style="text-align: center;">Limo</th> <th style="text-align: center;">Arcilla</th> <th style="text-align: center;">Cl</th> <th style="text-align: center;">Cl</th> <th style="text-align: center;">Limo</th> <th style="text-align: center;">Arcilla</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">3.42</td> <td style="text-align: center;">6.11</td> <td style="text-align: center;">27.04</td> <td style="text-align: center;">22.71</td> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;"></td> </tr> </tbody> </table>									Clase Textural					%					Arenas	Limo	Arcilla	Cl	Cl	Limo	Arcilla	3.42	6.11	27.04	22.71			
				Clase Textural																												
		%																														
Arenas	Limo	Arcilla	Cl	Cl	Limo	Arcilla																										
3.42	6.11	27.04	22.71																													
Dr. Quím. Edison M. Miño M. Responsable Laboratorio																																

CÁLCULO DE FERTILIZANTE

Datos:

Recomendación para cultivo en asocio maíz- arveja: 110-23-30 kg/ha. N-P-K

Fertilizantes:

- a. Muriato de potasio (0-0-60)
- b. 18-46-0
- c. Urea (46-0-0)

Cálculos por hectárea

Muriato de potasio (0-0-60)

60 ----- 100

30 ----- X = 50 kg/ha

18-46-0

46-----100

23----- X= 50 kg/ha

18-----100

X -----50 X= 9 kg/ha (N)

110 – 9 = 101 kg/ha (N) (Falta)

Urea (46-0-0)

46-----100

101----- X = 220 kg/ha

Cálculo por parcela (21 m²)

Muriato de potasio (0-0-60)

21m² X 50 kg / 10000 m² = 0,11 kg = 105 g

(18-46-0)

21m² X 50 kg / 10000 m² = 0,11 kg = 105 g

(46-0-0)

21m² X 220 kg / 10000 m² = 0,46 kg = 462 g

Anexo 3. Promedios ajustados y error estándar para la interacción localidad-tratamientos en la variable altura de planta total maíz, en Aloburo y Yahuarcocha.

Localidad	Tratamiento	Días	Medias	E.E.					
Yahuarcocha	Mulch cebada (T3)	90	280,53	5,17	A				
Yahuarcocha	Testigo (T1)	90	277,63	5,17	A	B			
Yahuarcocha	Mulch arveja (T2)	90	270,95	5,17	A	B			
Yahuarcocha	Mulch fréjol (T4)	90	266,23	5,17		B			
Aloburo	Mulch cebada (T3)	90	202,22	5,17			C		
Aloburo	Mulch arveja (T2)	90	198,72	5,17			C	D	
Aloburo	Mulch fréjol (T4)	90	198,64	5,17			C	D	
Yahuarcocha	Testigo (T1)	60	189,63	2,96			D	E	
Yahuarcocha	Mulch arveja (T2)	60	187,41	2,96			D	E	
Yahuarcocha	Mulch cebada (T3)	60	185,84	2,96				E	
Yahuarcocha	Mulch fréjol (T4)	60	180,55	2,96				E	
Aloburo	Testigo (T1)	90	179,29	5,17				E	
Aloburo	Mulch fréjol (T4)	60	148,19	2,96					F
Aloburo	Mulch arveja (T2)	60	144,31	2,96					F G
Aloburo	Mulch cebada (T3)	60	141,53	2,96					F G
Aloburo	Testigo (T1)	60	137,23	2,96					G
Yahuarcocha	Mulch arveja (T2)	30	67,35	1,14					H
Yahuarcocha	mulch fréjol (T4)	30	65,89	1,14					H I
Yahuarcocha	Mulch cebada (T3)	30	64,28	1,14					I
Yahuarcocha	Testigo (T1)	30	61,84	1,14					J
Aloburo	Testigo (T1)	30	41,83	1,14					K
Aloburo	Mulch fréjol (T4)	30	41,69	1,14					K
Aloburo	Mulch cebada (T3)	30	40,57	1,14					K
Aloburo	Mulch arveja (T2)	30	40,54	1,14					K

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 4. Prueba de LSD Fisher para la interacción localidad-tratamiento con respecto a la variable longitud de mazorca

Localidad	Tratamiento	Medias	Rangos		
Yahuarcocha	Mulch cebada (T3)	17.94	A		
Yahuarcocha	Mulch fréjol (T4)	17.48	A		
Yahuarcocha	Mulch arveja (T2)	17.41	A		
Yahuarcocha	Testigo (T1)	15.56		B	
Aloburo	Mulch arveja (T2)	14.78		B	C
Aloburo	Testigo (T1)	14.19			C
Aloburo	Mulch cebada (T3)	14.18			C
Aloburo	Mulch fréjol (T4)	13.97			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 5. Prueba de LSD Fisher para la interacción localidad-tratamiento con respecto a la variable número de vainas por planta.

Localidad	Tratamiento	Medias	E.E.	Rangos	
Aloburo	Mulch cebada	8.00	0.80	A	
Yahuarcocha	Mulch cebada	7.25	0.80	A	B
Aloburo	Mulch fréjol	7.15	0.74	A B	
Yahuarcocha	Mulch fréjol	6.43	0.74	A	B
Yahuarcocha	Testigo	6.18	0.59	B	
Yahuarcocha	Mulch arveja	5.75	0.56	B C	
Aloburo	Testigo	4.83	0.59	C	
Aloburo	Mulch arveja	3.03	0.56	D	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 6. Prueba de LSD Fisher para la interacción localidad-tratamiento con respecto a la variable longitud de vaina.

Localidad	Tratamiento	Medias	E.E.	Rangos		
Aloburo	Mulch fréjol	7.64	0.17	A		
Yahuarcocha	Mulch fréjol	7.36	0.17	A	B	
Yahuarcocha	Mulch arveja	7.23	0.17	A	B	C
Yahuarcocha	Mulch cebada	7.20	0.17	A	B	C
Aloburo	Mulch cebada	6.94	0.17	B		C D
Yahuarcocha	Testigo	6.87	0.17			C D
Aloburo	Testigo	6.69	0.17			D
Aloburo	Mulch arveja	6.52	0.17			D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 7. Prueba de LSD Fisher para la interacción localidad-tratamiento con respecto a la variable incidencia de *Fusarium sp.*

Localidad	Tratamiento	Medias	E.E.	Rangos	
Yahuarcocha	Mulch arveja	25.00	2.59	A	
Yahuarcocha	Testigo	11.90	3.37	B	
Yahuarcocha	Mulch fréjol	9.52	1.37	B	
Aloburo	Testigo	7.14	3.37	B	
Yahuarcocha	Mulch cebada	6.55	0.60	B	
Aloburo	Mulch arveja	5.95	1.83	B	
Aloburo	Mulch cebada	5.36	0.60	B	
Aloburo	Mulch fréjol	4.76	1.12	B	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 8. Análisis de laboratorio para determinación de *Fusarium sp*; localidad Yahuarcocha.

 AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	LABORATORIO DE FITOPATOLOGÍA <small>Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845</small>	PGT/FP/09-FO01
	INFORME DE ANÁLISIS	Rev. 3
		Hoja 1 de 1

Informe N°: LN-FP-E17-0602

Fecha emisión Informe: 19/04/2017

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante: MAYRA SORIA
 Dirección: Checa, Barrio Aglla
 Teléfono: 022301255
 Correo electrónico: meyito-1791@hotmail.com
 Provincia: Pichincha Cantón: Quito
 N° Orden de Trabajo: FP-17-CGLS-0808
 N° Factura / Documento: 9220

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra:	Raíz	Conservación de la muestra:	Natural. Envase Apropriado. Etiquetado.
Cultivo:	Maíz	Variedad:	Mishca
Descripción de síntomas/ daños:	No indica.		
Pais:	Ecuador		
Provincia:	Imbabura	Coordenadas:	X: No indica
Cantón:	Ibarra		Y: No indica
Parroquia:	El Sagrario		Altitud: 2450
Responsable de toma de muestra:	Mayra Soria		
Fecha de toma de muestra:	06/04/2017	Fecha de inicio de diagnóstico:	07/04/2017
Fecha de recepción de la muestra:	07/04/2017	Fecha de finalización de diagnóstico:	18/04/2017

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

IDENTIFICACIÓN MICOLÓGICA				
CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARTE AISLADA	MÉTODO	RESULTADO
FP-17-0533	Ensayo U.T.N.	Raíz	PEE/FP/07	<i>Fusarium sp.</i>

Analizado por: Ing. Hernando Regalado García.
 Observaciones: Muestra analizada mediante aislamiento en medio de cultivo acidificado y observación microscópica.

Anexo Gráficos o Anexo Documentos: Ninguno.


 Ing. Hernando Regalado García.
 Responsable Técnico
 Laboratorio Fitopatología



Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha. Está prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin autorización del Laboratorio.

Anexo 10. Matriz de calificación Localidad Aloburo

MATRIZ DE LEOPOLD PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA LOCALIDAD DE ALOBURO

INSTRUCCIONES				1. Preparación del terreno					2. Cuidados culturales							3. Producción		4. Abandono		Afectaciones positivas	Afectaciones negativas	Agrupación de impactos																
ACCIONES				Arado	Instalación del sistema de riego	Trazado de parcelas	Incorporación de materia orgánica	Siembra	Deshierba	Aporque	Tratamiento testigo	Trat. Mulch arveja	Trat. Mulch cebada	Trat. Mulch fréjol	Control manual de malezas	Controles fitosanitarios	Aplicación de riegos	Cosecha de arveja	Cosecha de maíz				Mulch residual	Desmontaje del sistema														
FACTORES AMBIENTALES																				t	t	t			t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	r	t
FACTORES AMBIENTALES	A. Características físicas y químicas	1. Tierra	Suelos	Estructura	-24	-15	-12	25	-12	-10	-8	-6	90	15	90	0	0	0	0	0	0	-24	4	8	109													
				Porosidad	-12	-15	-12	12	-12	-9	-6	-8	80	15	80	-10	0	81	0	0	0	0	0	0	5	8	184											
				Macronutriente N	0	0	0	120	0	0	0	20	110	20	110	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	380										
				Macronutriente P	0	0	0	120	0	0	0	256	110	18	72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	576										
				Macronutriente K	0	0	0	120	0	0	0	25	-24	-15	-8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	98										
		2. Agua	Superficial	Agua utilizada	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	88	0	0	0	0	0	1	0	88												
	3. Aire	Calidad del aire	Toxicidad por pesticidas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-132	0	0	0	0	0	0	0	1	-132													
				Insectos	-88	0	0	20	0	-15	0	6	15	10	8	-80	-121	0	-25	-8	0	0	0	0	5	6	-278											
	B. Condiciones biológicas	1. Fauna	Plagas	Aves	81	0	0	24	20	-20	0	10	24	18	10	-81	-110	120	-30	-20	0	0	0	8	5	46												
				Bacterias y Hongos	72	0	0	90	9	-12	0	10	10	108	80	-72	-6	88	-12	-8	0	0	0	0	8	5	357											
				2. Flora	Cobertura Vegetal	Cultivos Asociados	0	0	0	224	99	255	90	-30	15	24	10	120	90	289	0	0	0	0	0	10	1	1186										
	Malezas frecuentes	0	0			0	88	0	-12	0	72	99	99	99	-24	0	99	0	0	0	0	0	0	6	2	520												
	C. Factores culturales	1. Uso del territorio	Agricultura	Actividad Económica	-12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	110	55	0	0	0	2	1	153												
				Paisaje	-15	-12	90	0	0	110	72	-15	18	18	18	110	0	0	0	0	0	0	-30	7	4	364												
				Infraestructura Agrícola	-15	108	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	93											
				Biomasa	0	0	0	0	0	0	0	88	99	225	10	0	0	0	88	88	0	0	0	0	6	0	598											
				Rendimiento maíz	0	0	0	0	0	0	0	15	88	238	-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	326											
				Rendimiento arveja	0	0	0	0	0	0	0	-24	15	121	210	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	322											
		2. Aspectos culturales	Patrones culturales (estilo de vida)	Agricultura	Cultivos frecuentes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	121	121	0	0	0	0	2	0	242											
					Empleo	-12	15	0	0	0	0	0	10	10	10	10	0	0	0	15	15	0	10	0	0	8	1	83										
Variedad de semillas utilizadas					0	0	0	0	238	0	0	0	0	0	0	0	0	0	121	121	0	0	0	0	3	0	480											
Cadena alimentaria					-15	0	0	0	288	0	0	0	0	0	0	0	0	0	99	99	0	0	0	0	3	1	471											
D. Relaciones Ecológicas	Uso de Recursos	Manejo de Residuos	Incremento de flora y fauna	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	110													
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	110	0	1	0	110													
																				98	49	0																
Afectaciones positivas																				8	3	2	0	2	6	2	5	1	1	2	5	4	0	3	3	0	2	49
Afectaciones negativas																				-40	81	66	843	630	287	148	429	759	924	784	-37	-279	765	487	463	5	110	-44
Agrupación de impactos																																						

Anexo 11. Fotografías

<p>Toma de muestras</p>	<p>Preparación del terreno</p>	<p>Delimitación de parcelas</p>
		
<p>Siembra</p>	<p>Riego por goteo</p>	<p>Deshierba</p>
		
<p>Aplicación de mulch</p>	<p>Control fitosanitario</p>	<p>Cosecha</p>
		