



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES**

CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ARTÍCULO CIENTÍFICO

**“SUSTENTABILIDAD DEL USO DE MULCH ORGÁNICO Y RIEGO POR GOTEOS
EN CULTIVOS ASOCIADOS EN ALOBURO Y YAHUARCOCHA, CANTÓN
IBARRA”**

Autores: Washington Daniel Cerón Paredes
Víctor Jhalmar Pérez Prado

Director: MSc. Gladys Yaguana

Asesores: PhD. Juan Carlos García
MSc. Doris Chalampunte
MSc. Eleonora Layana

Lugar de investigación: Comunidades de Aloburo y Yahuarcocha, norte del cantón de Ibarra, provincia de Imbabura.

Beneficiarios: Comunidades de Aloburo y Yahuarcocha, UTN, Investigadores

Ibarra – Ecuador

2019

DATOS INFORMATIVOS



APELLIDOS: Cerón Paredes

NOMBRES: Washington Daniel

C. CIUDADANIA: 100456015-5

TELÉFONO CONVENCIONAL: 06 – 2920 – 761

TELÉFONO CELULAR: 0994578006

CORREO ELECTRÓNICO: danielyn1804@hotmail.es

DIRECCIÓN: El Empedrado – Cantón Otavalo

FECHA: 21 de junio de 2019

DATOS INFORMATIVOS



APELLIDOS: Pérez Prado

NOMBRES: Víctor Jhalmar

C. CIUDADANIA: 100385179-5

TELÉFONO CONVENCIONAL: 06-2551-020

TELÉFONO CELULAR: 0995617672

CORREO ELECTRÓNICO: vicper20fe@gmail.com

DIRECCIÓN: Bellavista – Cantón Ibarra

FECHA: 21 de junio de 2019

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA- UTN

Fecha: Ibarra, 21 de junio de 2019

WASHINGTON DANIEL CERÓN PAREDES

VÍCTOR JHALMAR PÉREZ PRADO

SUSTENTABILIDAD DEL USO DE MULCH ORGÁNICO Y RIEGO POR GOTEO EN CULTIVOS ASOCIADOS EN ALOBURO Y YAHUARCOCHA, CANTÓN IBARRA

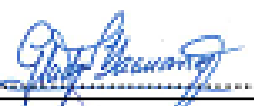
TRABAJO DE GRADO

Ingenieros en Recursos Naturales Renovables, Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables, Ibarra, 21 de junio de 2019.

DIRECTORA: Ing. Gladys Yaguana

La presente investigación evaluó la sustentabilidad del uso de tres tipos de mulch orgánico y riego por goteo en cultivos asociados en Aloburo y Yahuarcocha con el fin de mejorar las actividades agrícolas mediante técnicas agroecológicas. Los resultados obtenidos evidenciaron cambios enfocados en el cuidado de los recursos naturales, mejora de ingresos y beneficio social.

Fecha: 21 de junio de 2019



MSc. Gladys Yaguana

Directora de Trabajo de grado



Cerón Paredes Washington Daniel

Autor



Pérez Prado Víctor Jhalmar

Autor

Sustentabilidad del uso de mulch orgánico y riego por goteo en cultivos asociados en Aloburo y Yahuarcocha, cantón Ibarra
TRABAJO DE GRADO

Washington Cerón^{*1}, Víctor Pérez^{*1}, Gladys Yaguana¹

¹Universidad Técnica del Norte

Facultad de Ingeniería en Ciencia Agropecuarias y Ambientales

Av. 17 de julio 5-21 y José Córdova, Ibarra-Ecuador

Teléfono: 00593-6-2997800

*Autores correspondiente: e-mail: danielyn1804@hotmail.es y vicper20fe@gmail.com

RESUMEN

La limitada disponibilidad de agua de riego en Aloburo; y, el uso de fertilizantes químicos para mejorar la producción de los cultivos de la zona de Yahuarcocha, han sido causas de la degradación de los suelos. El objetivo fue evaluar la sustentabilidad de tres tipos de mulch orgánico en cultivos asociados para proponer estrategias que mejoren la sustentabilidad. Para lo cual se utilizó el método MESMIS, el cual propone una estructura cíclica adaptada a varios niveles de información que logran evaluar la sustentabilidad de un sistema. Los resultados se obtuvieron mediante la toma directa de datos en campo, entrevistas aplicadas a los miembros de la junta de regantes de cada zona, y demás resultados del proyecto macro. Los tratamientos con mulch orgánico en los sistemas de Aloburo y Yahuarcocha presentaron valores de mejor sustentabilidad, indicando que están iniciándose en la sustentabilidad. Por otro lado en la comparación de sustentabilidad, tomando en cuenta los valores de los indicadores económicos sociales y ecológicos del mejor tratamiento (mulch de fréjol), el sistema de Yahuarcocha demostró que es más sustentable que el sistema de Aloburo, mencionando que están iniciándose en la sustentabilidad. Finalmente, se propuso tres estrategias relacionadas con la tecnificación del riego y el aprovechamiento del mulch orgánico, actividades que permitirán incrementar la sustentabilidad en sistemas agrícolas que se implementen en estas zonas.

Palabras clave: cultivos asociados, MESMIS, mulch, riego por goteo, sustentabilidad

The limited availability of irrigation water in Aloburo; and, the use of chemical fertilizers to improve the production of crops in the Yahuarcocha area have been causes of soil degradation. The objective was to evaluate the sustainability of three types of organic mulch in associated crops to propose strategies that improve sustainability. For which the MESMIS method was used, which proposes a cyclic structure adapted to several levels of information that manage to evaluate the sustainability of a system. The results were obtained through the direct taking of data in the field, interviews applied to the members of the irrigation committee of each zone, and other results of the macro project. The treatments with organic mulch in the systems of Aloburo and Yahuarcocha presented values of better sustainability, indicating that they are beginning in sustainability. On the other hand, in the comparison of sustainability, taking into account the values of the social and ecological indicators of the best treatment (mulch of beans), the Yahuarcocha system showed that it is more sustainable than the Aloburo system, mentioning that they are starting in sustainability. Finally, three strategies related to the technification of irrigation and the use of organic mulch were proposed, activities that will increase sustainability in agricultural systems that are implemented in these areas.

Keywords: associated crops, drip irrigation, MESMIS, mulch, sustainability,

INTRODUCCIÓN

El Ecuador posee condiciones biofísicas particulares y específicas que permiten tener una gran variedad y riqueza de recursos naturales, siendo la presencia de suelos aptos para actividades agrícolas uno de los más importantes; sin embargo, éstos se han visto afectados por procesos naturales o de origen antrópico. Los suelos de la Sierra ecuatoriana han sido aprovechados para la agricultura por las condiciones favorables de los mismos, pero la erosión ha ido acelerando el desgaste de la capa cultivable (Santos y Castro, 2012).

En la comunidad de Yahuarcocha (Imbabura) un 77% de la población de agricultores utilizan fertilizantes químicos, porque consideran obtener mejores resultados en su producción y se evitan de enfermedades que pueden provocar la destrucción total de la planta, sin tomar en cuenta la contaminación y degradación del suelo, siendo un problema para el agricultor (Ortiz y Villota, 2013).

Por otro lado, en la comunidad de Aloburo (Imbabura) una de las causas de la degradación de los suelos es la limitada disponibilidad de agua de riego, ya que los caudales se han reducido de 7.2 a 2.5 l/s desde el 2014; otra causa es la escasa infraestructura de canales de riego lo que ha imposibilitado satisfacer la demanda de agua. (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de San Miguel de Ibarra, 2005).

Este estudio evaluó la sustentabilidad de tres tipos de mulch orgánico y riego por goteo en cultivos asociados en las localidades de Aloburo y Yahuarcocha, con

el fin de determinar técnicas agroecológicas que mejoren el manejo sustentable de los sistemas agrícolas en las zonas, desarrollando estrategias dirigidas a las comunidades.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio

Los sitios experimentales estuvieron situados en la zona andina del Ecuador, en la provincia de Imbabura, cantón Ibarra, parroquia La Dolorosa del Priorato, en los sectores de Aloburo y Yahuarcocha (Figura 1).

Los sectores de Aloburo y Yahuarcocha, corresponden a la microcuenca de la “Laguna de Yahuarcocha”, sistema lacustre ubicado en una depresión volcánica rodeada por zonas agrícolas, urbanas y obras civiles (Maridueña, 2003).

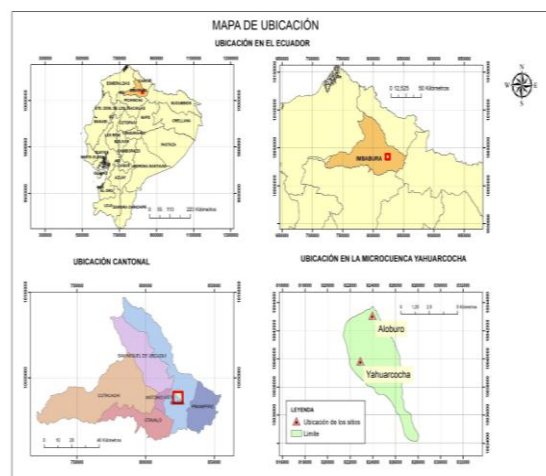


Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio

Metodología

La investigación se dividió en tres fases:

Fase 1: Evaluación de la sustentabilidad de tres tipos de mulch y riego por goteo. Se aplicó el método MESMIS, desarrollado por Astier, Masera y López (1999) y contiene 6 pasos:

Paso 1: Determinación del objeto de estudio, se consideró las recomendaciones de Altieri (2001), para sistemas de manejo, respecto de: componentes biofísicos, insumos y productos necesarios; prácticas agrícolas aplicadas, características socioeconómicas de los productores y nivel de organización.

Las localidades de estudio seleccionadas se caracterizaron de acuerdo a las tres dimensiones de la sustentabilidad económica, social y ecológica.

Paso 2: Determinación de las fortalezas y debilidades, se realizó el análisis FODA mediante lo propuesto por Ramírez (2008):

- a) Identificación de los criterios de análisis
- b) Determinación de Fortalezas, Amenazas, Oportunidades y Debilidades (FODA) de los sistemas de estudio.

Paso 3: Selección de indicadores, después de realizar el análisis FODA, se seleccionó los indicadores que evaluaron el grado de sustentabilidad de los sistemas, se seleccionaron 11 indicadores (Tabla 1).

Tabla 1. Indicadores de sustentabilidad

Área de evaluación	Indicadores
Económica	Productividad de cultivos
	Costos de producción
	Rentabilidad económica
Social	Situación laboral
	Beneficiarios del sistema
	Percepciones de los beneficiarios
	Factibilidad tecnológica
Ecológica	Eficiencia del uso del agua
	Mejoramiento de la calidad del suelo
	Porcentaje de humedad
	Porcentaje de incidencias malezas

Paso 4: Medición y monitoreo de indicadores, con la información de la determinación del estudio (Paso 1), se decidió aplicar una escala cualitativa con un valor de 1 a 5 para cada indicador y tratamiento según la tabla 2.

Tabla 2. Escala de valoración de sustentabilidad

Escala	Interpretación
1 < 2	No es sustentable
2 < 3	Poco sustentable
3 < 4	Iniciándose en la sustentabilidad
4 < 4,5	En camino hacia la sustentabilidad
4,5 - 5	Sustentable

Fuente: Alfonso, Torrez-Alruiz, Albán y Griffon (citado en Morante, 2016)

Paso 5: Presentación e integración de resultados, con los resultados obtenidos en el paso 4, los indicadores obtuvieron valores finales para cada tratamiento, con estos datos se realizó cuatro gráficas AMOEBA, el promedio de cada indicador se lo interpretó de acuerdo con la información de la tabla 2.

Paso 6: Conclusiones y recomendaciones, los resultados obtenidos fueron utilizados para elaborar la conclusiones y recomendaciones de la investigación.

Análisis estadístico

El análisis de datos se tabuló a través de los programas Infostat 2016 y Past 3, en los cuales se realizó el análisis Clúster y de correlación de Pearson, además se realizó la prueba LSD Fisher para la variable productividad de cultivos.

Fase 2: Comparación de la sustentabilidad entre las localidades en estudio. Mediante un análisis de la información obtenida al realizar la integración de resultados (paso 5 del método MESMIS) se efectuó la comparación de la sustentabilidad entre el

mejor tratamiento de cada localidad, realizando una gráfica AMOEBA con los valores de los indicadores económicos, sociales y ecológicos, obteniendo figuras que al sobreponerlas evidenciaron aquellos aspectos que le otorgan mayor sustentabilidad una localidad con respecto de la otra.

Análisis estadístico

Para la selección del mejor tratamiento se realizó una ponderación en la cual se asignó valores de 1 a 4; otorgando el valor de 4 al tratamiento que mostró mejor comportamiento y 1 al de comportamiento menos efectivo.

Fase 3: Estrategias para mejorar la sustentabilidad de las dos localidades en estudio. Se establecieron con base en los puntos críticos de sustentabilidad, en los resultados del análisis FODA de cada sitio y en los indicadores cuya sustentabilidad mostró ser: de media a baja. Para la formulación se consideró: el cuidado de los recursos naturales, la mejora de ingresos económicos y el beneficio social.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fase 1: Evaluación de la sustentabilidad de tres tipos de mulch y riego por goteo.

Se estableció dos localidades de estudio, la localidad 1 en Aloburo, en la propiedad del Sr. Hugo Revelo y la localidad 2, en Yahuarcocha, en la propiedad de la Sra. María Gavilima, cada sistema (ensayo) tuvo una superficie de 561m², con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones.

a) Dimensión económica

Mazuela (2017), señala que los costos de producción pueden variar acorde al calendario comercial que posee cada alimento dando a entender que los cultivos tienen una temporada de siembra y cosecha ya establecidas las cuales influyen directamente en sus costos de producción así como en la rentabilidad de los mismos.

Para los costos de producción de los cultivos asociados, se tomó en cuenta la implementación y mantenimiento del sistema, la siembra y cosecha del cultivo, generando un costo monetario de 663.52 usd/sistema para el sistema de Aloburo y 643.30 usd/sistema en Yahuarcocha. En la tabla 3 se realizó la comparación de los costos de acuerdo a los tres tipos de mulch, arveja cebada y fréjol, aplicados en los sistema.

Tabla 3. Costos de producción

Tipo de mulch	Aloburo (usd)	Yahuarcocha (usd)
Arveja	181.12	176.06
Cebada	171.12	166.06
Fréjol	166.12	161.06
Sin mulch	145.18	140.12

En cuanto a la productividad de cultivos asociados se obtuvo una producción de 32.05 kg/sistema de maíz y arveja en Aloburo y 24.67 kg/sistema en Yahuarcocha (Tabla 4)

Tabla 4. Producción de cultivos

Tipo de mulch	Aloburo (kg/sistema)	Yahuarcocha (kg/sistema)
Arveja	6.55	5.56
Cebada	9.98	6.72
Fréjol	8.45	7.20
Sin mulch	7.06	5.19

La relación costo beneficio demostró que los valores son menores a 1 en todos los tratamientos, lo que indica que los egresos por costos de producción fueron mayores que los ingresos por la venta de la producción de maíz y arveja.

b) Dimensión social

La junta de regantes de Aloburo y Yahuarcocha participó en la socialización del trabajo de investigación. En la socialización se dio a conocer las características del sistema y en la entrevista se determinó las percepciones sobre el uso de abonos orgánicos, la implementación del riego por goteo y los cultivos asociados, técnicas agroecológicas que se utilizaron en el sistema, además de la posibilidad de replicar el sistema.

En Aloburo se registró a los 25 representantes (Familias beneficiadas) que participaron en la entrevista, tomando en cuenta el número de integrantes en la familia de cada entrevistado se determinó un total de 90 personas, de los cuales 35 (38.90%) fueron hombres y 55 (61.10%) mujeres.

Además de las entrevistas se determinó que 20 (80%) representantes de familia se dedican a la agricultura, como principal actividad económica, siendo ésta la que genera ingresos para el sustento de las familias.

En Yahuarcocha se registró a los 14 representantes (Familias beneficiadas) que participaron en la entrevista, tomando en cuenta el número de integrantes en la familia de cada entrevistado se determinó un total de 63 personas, de los cuales 23 (36.51%) fueron hombres y 40 (63.49%) mujeres, además de las entrevistas se determinó que los 14 (100%) representantes

de familia indicaron que la agricultura es la actividad principal, generando ingresos económicos para el sustento de las familias.

Los resultados de las principales percepciones de los entrevistados, en lo referente al uso de mulch orgánico, riego por goteo y cultivos asociados se mencionan a continuación (Tabla 5):

Tabla 5. Percepciones de los entrevistados

Técnica aplicada	Aloburo (percepción)	Yahuarcocha (Percepción)
Mulch orgánico	Buen abono	Buen abono, humedece el suelo
Riego por goteo	Economiza el agua	No desperdicia agua
Cultivos asociados	Efectiva la variación de cultivos	Mejora la producción

De igual manera se demuestra los resultados de las entrevistas, en los que se refiere a la factibilidad de la aplicación del mulch orgánico y el riego por goteo en cultivos asociados Tabla 6.

Tabla 6. Factibilidad de aplicación

Técnica aplicada	Aloburo		Yahuarcocha	
	Si aplica	No aplica	Si aplica	No aplica
Mulch orgánico	88 %	12%	85.71%	14.29%
Riego por goteo	88%	12%	71.42%	28.57%

Aguilar, Tolón y Lastra (2011) señalan que la predisposición de los agricultores es una fortaleza, ya que implementar tecnologías alternativas aumentara los niveles de producción en futuras siembras.

c) Dimensión ecológica

Con un porcentaje del 60% (15 entrevistados) indicaron que la disponibilidad de agua para la actividad de la agricultura en la comunidad de Aloburo es regular, mientras que, en Yahuarcocha con un porcentaje del 100% (14 entrevistados) indicaron que la disponibilidad de agua que poseen los agricultores de la zona es muy buena y que cubre las necesidades requeridas para un óptimo desempeño de las labores agrícolas diarias.

Medrano, Bota, Cifre, Flexas, Ribas y Gulías (2007) señalan que, la cantidad de agua disponible condiciona la producción de nueva biomasa en cualquier cultivo o comunidad vegetal. En el caso de los sistemas, objeto del presente estudio, éste tuvo acceso al agua a través de la implementación del sistema de riego por goteo que fue instalado al inicio de la investigación macro, por lo que la eficiencia de agua estuvo garantizada.

En cuanto al mejoramiento del suelo en Aloburo, los resultados de variables edáficas a los cinco meses de instalado el ensayo (Tabla 7), determinaron variaciones en el contenido de macronutrientes.

Tabla 7. Análisis de suelo en Aloburo

Nutriente	Antes	Después	Unidad
N	0.16	0.11	%
P	11.43	49.2	mg/kg
K	1.32	1.27	cmol/kg
Mo	2.46	2.12	%
Ph	7.82	7.78	-

Fuente: Agrocalidad, 2018

El mejoramiento del suelo en Yahuarcocha, los resultados de variables edáficas a los cinco meses de instalado el ensayo (Tabla

8), determinaron variaciones en el contenido de macronutrientes.

Tabla 8. Análisis de suelo en Yahuarcocha

Nutriente	Antes	Después	Unidad
N	0.14	0.19	%
P	42.76	158.4	mg/kg
K	0.81	1.15	cmol/kg
Mo	2.75	3.81	%
Ph	7.6	7.29	-

Fuente: Agrocalidad, 2018

La humedad en el periodo de los cultivos asociados se elevó en los tratamientos con mulch, en relación con las parcelas testigo. Este contenido de humedad, de acuerdo con la textura del suelo se ubicó entre el 75 y 100% del contenido de humedad a capacidad de campo, aconsejable para un buen rendimiento de cultivos (Tabla 9).

Tabla 9. Porcentaje de humedad

Tipo de mulch	Aloburo	Yahuarcocha
Arveja	19.78%	29.22%
Cebada	19.83%	26.57%
Fréjol	19.90%	28.39%
Sin mulch	17.59%	26.20%

Fuente: Vaca, 2018

En cuanto al porcentaje de incidencias las parcelas testigo presentaron el promedio mayor de incidencia de malezas (Tabla 10).

Tabla 10. Promedio de presencia de malezas

Tipo de mulch	Aloburo	Yahuarcocha
Arveja	62.68%	47.03%
Cebada	49.28%	73.85%
Fréjol	33.40%	41.08%
Sin mulch	100%	100%

Fuente: Enríquez y Soria 2018

Ramón y Rodas (2007), menciona que el mulch evita el crecimiento de malezas, mejorando las características del suelo.

Presentación e integración de resultados

Se realizó la gráfica AMOEBA (Figura 1), determinando que los tratamientos con mulch orgánico presentaron el mejor valor final de sustentabilidad en la localidad de Aloburo, por lo que se menciona que se encuentran iniciándose en la sustentabilidad (Tabla 2).

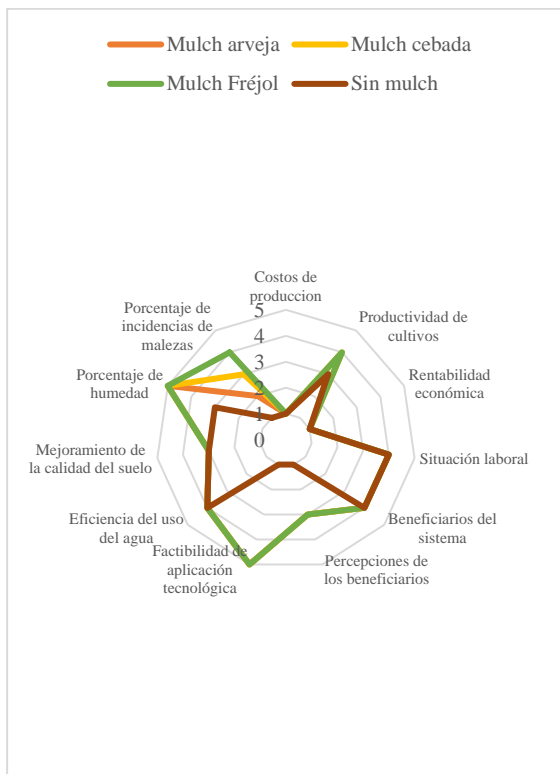


Figura 1. Valores de sustentabilidad de los tratamientos del sistema en Aloburo

De igual forma se realizó la gráfica AMOEBA (Figura 2), determinando que los tratamientos con mulch orgánico presentaron el mejor valor final de sustentabilidad, por lo que se menciona que están iniciándose en la sustentabilidad (Tabla 2).

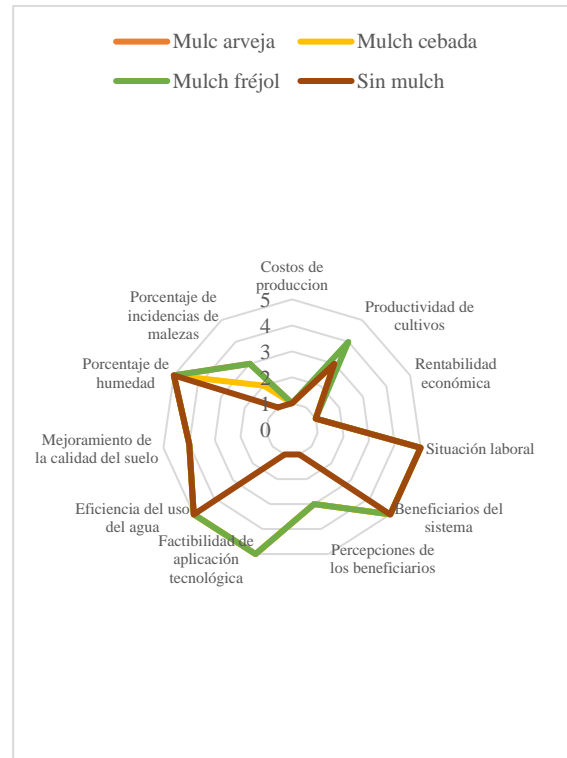


Figura 2. Valores de sustentabilidad de los tratamientos del sistema en Yahuarcocha

Análisis estadístico

Análisis Clúster

El análisis se realizó para costos de producción (Figura 3).

En la figura 8 los costos de producción se evidenciaron la formación de dos grupos diferenciados, siendo el T1 (181.12\$) y T2 (171.12\$) los que tienen un comportamiento estadístico similar; mientras que el T4 (145.18\$) es estadísticamente diferente de los demás tratamientos (Figura 3).

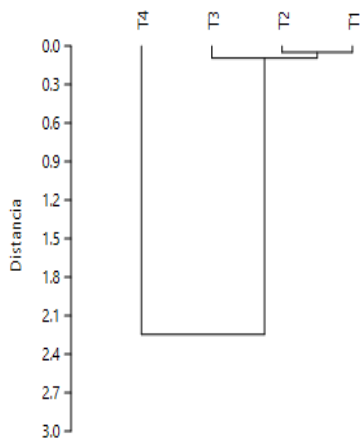


Figura 3. Costos de producción

Análisis de correlación de Pearson

Se realizó el análisis para las variables edáficas, seleccionando aquellas que tuvieron un coeficiente de determinación mayor a 0.8.

Una de las interacciones nos muestra como la relación P/N tiene una correlación negativa importante; mientras que los valores de Fósforo disminuyen los valores de Nitrógeno aumentan (Figura 4).

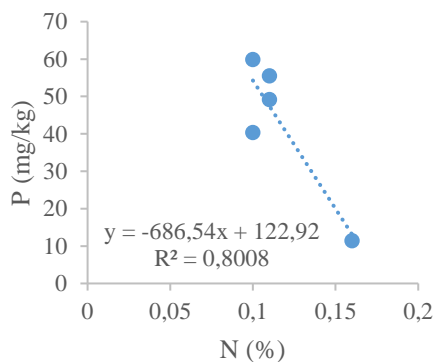


Figura 4. Relación Fósforo/Nitrógeno

Análisis LSD Fisher

La figura 18 muestra el análisis Fisher para la productividad en Aloburo. Los cuatro tratamientos registraron rangos de A, mostrando una similitud estadística entre ellos (Figura 5).

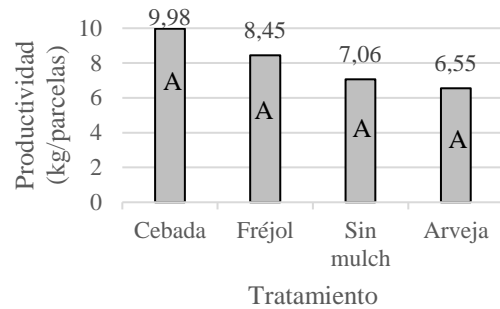


Figura 5. Análisis Fisher de la productividad en Aloburo

Fase 2: Comparación de la sustentabilidad entre las localidades en estudio.

En la figura 6 se muestra los valores finales de sustentabilidad de acuerdo al mejor tratamiento de cada sistema. Además se indica el promedio de los valores de sustentabilidad, demostrando que el sistema en Yahuarcocha con una media de 3,7/5 es relativamente más sustentable que el sistema en Aloburo que obtuvo una media de 3.5/5.

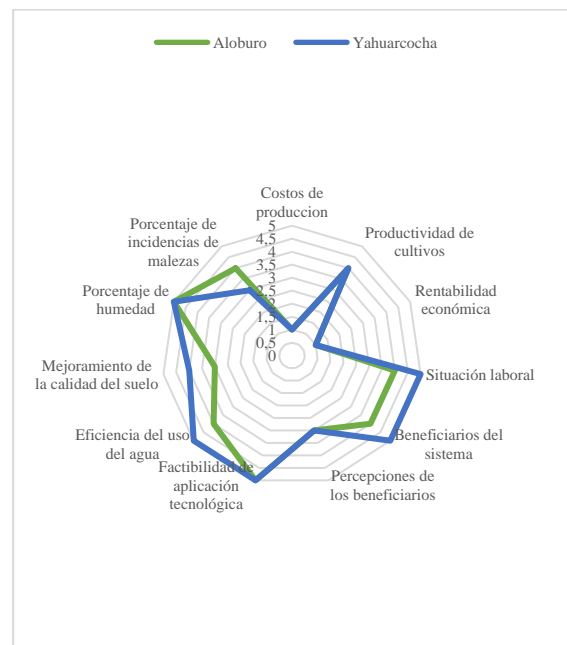


Figura 6. Comparación de valores de sustentabilidad entre los sistemas de Aloburo y Yahuarcocha

Análisis estadístico

Análisis de ponderación

La ponderación de los indicadores por tratamiento de los sistemas de Aloburo y Yahuarcocha, determinó que el tratamiento con mulch de fréjol presentó el mejor promedio 3.2/4.

Fase 3: Estrategias para mejorar la sustentabilidad de las dos localidades en estudio.

Las estrategias para el manejo sustentable en la zonas de Aloburo y Yahuarcocha fueron diseñados con el propósito de incrementar la sustentabilidad de los indicadores que tengan valores de sustentabilidad de media a baja. Sin embargo, para los indicadores que presentan valores de sustentabilidad alta, se debe promover la continuación de técnicas agroecológicas. Se diseñaron cuatro estrategias enfocadas en el cuidado de los recursos naturales, mejora de ingresos económicos y beneficio social. Se realizó 3 estrategias dirigidas a las comunidades de Aloburo y Yahuarcocha:

Estrategia 1. Tecnificación del riego en los cultivos.

La presente estrategia propone incrementar la sustentabilidad de los cultivos de la zona de Aloburo basado en la aplicación de varios de los principios ecológicos cómo: asegurar que el suelo posea condiciones favorables para el crecimiento de las plantas y minimizar las pérdidas debidas a flujos de radiación solar, aire y agua mediante el manejo del microclima, cosecha de agua y el manejo de suelo a través del aumento en

la cobertura (Reinjtjes, Haverkort y Waters, 1992).

Estrategia 2. Aprovechamiento de los residuos de cosecha producidos en las dos zonas de estudio.

El mulch o acolchado es un medio eficiente para el reciclaje racional de nutrientes, beneficia al crecimiento de las plantas y devuelve al suelo muchos de los elementos extraídos durante el proceso productivo. (Romero, Trinidad, García y Cerrato, 2007).

Estrategia 3. Capacitación en temas agroecológicos

Un sistema de producción en el que se enfatice la sustentabilidad ecológica de largo plazo en lugar de la productividad de corto plazo, será un sistema productivo que se encamine hacia la sustentabilidad. (Altieri y Nichols, 2000).

El incremento de los conocimientos en cuanto a técnicas agroecológicas en los dos sitios de estudio permitirá un mejor entendimiento de los procesos inherentes a la producción agrícola de la zona, de esta manera los conocimientos ancestrales que ya poseen los agricultores serán complementados y mejorados.

CONCLUSIONES

La sustentabilidad económica, social y ecológica se ve favorecida con uso de mulch orgánico. Los mejores tratamientos resultaron ser aquellos en los que se utilizó mulch cuyos valores de sustentabilidad se

ubicaron entre 3.2/5 y 3.7/5, que corresponde a la categoría “iniciándose en la sustentabilidad”; mientras que, los tratamientos sin mulch fueron los más bajos con valores entre 2.4/5 y 2.9/5 que se califican en la categoría “poca sustentabilidad”.

Considerando el mejor tratamiento que fue el mulch de fréjol, los sistemas de Aloburo y Yahuarcocha se encuentra iniciándose en la sustentabilidad; el sistema de Aloburo presentó un nivel de 3.5/5 y el sistema de Yahuarcocha un nivel de 3.7/5. Los datos determinan que el sistema de Yahuarcocha, considerando el aspecto social, ecológico y económico, es relativamente más sustentable que el sistema de Aloburo, pero se requiere estrategias que ayuden a mejorar los indicadores que están con valores más bajos en cada una de las localidades con el fin de incrementar la sustentabilidad.

Las estrategias planteadas para el manejo sustentable en las dos localidades, establecidas con base en los resultados de los indicadores de sustentabilidad y del análisis FODA realizado con los miembros de la Junta de Riego, son: 1) Tecnificación del riego en los cultivos de las comunidades; 2) Aprovechamiento de los residuos de cosecha producidos en las dos zonas de estudio; 3) Capacitación en temas agroecológicos, por lo cual al aplicarlas permitirán incrementar la sustentabilidad como producto de las actividades agrícolas que se realicen en la zona.

RECOMENDACIONES

Incentivar a la población de Aloburo y Yahuarcocha a implementar técnicas agroecológicas, como el riego por goteo en sus cultivos, ya que permite el ahorro de agua que es más escasa en los meses de la época seca.

Promover el uso de abonos y coberturas orgánicas en los cultivos, en las dos localidades, dadas sus condiciones de precipitación anual de alrededor de 600 mm/año, que las ubican en el límite superior de las zonas subhúmedas secas; y, las ventajas del asocio gramíneas-leguminosas

Implementar las estrategias planteadas en este trabajo de investigación, con el fin de mejorar la sustentabilidad de los sistemas de las zonas de Aloburo y Yahuarcocha; promoviendo el cuidado de los recursos naturales, la posibilidad de ingresos económicos y el beneficio social.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar-Jiménez, C., Tolón-Becerra, A., y Lastra-Bravo, X. (2011). *Evaluación integrada de la sostenibilidad ambiental, económica y social del cultivo de maíz en Chiapas, México*. Revista De La Facultad De Ciencias Agrarias, 43 (1), 155-174.
- Altieri, M. (2001). *Agroecología: principios y estrategias para diseñar una agricultura que conserva recursos naturales y*

- asegura la soberanía alimentaria.*
Berkeley: Universidad de California.
- Astier, M., Masera, O., y López, S. (1999). *Sustentabilidad y Manejo de Recursos Naturales. El Marco de Evaluación MESMIS.* México D.F.: GIRA-MundiPrensa.
- Enríquez, P., y Soria, M. (2018). *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.* (Tesis de grado). Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador
Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal De San Miguel De Ibarra, 2015. *Actualización Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Ibarra 2015-2023.* Ecuador: Autor.
- Maridueña A., Chalén, N., Coello, D., Cajas, J., Elías, E., Solís-Coello, P. y Aguilar, F. (2011). *Mortandad de peces en la laguna de Yahuarcocha, cantón Ibarra, provincia de Imbabura.* Febrero 2003. Boletín Especial, 02 (1).
- Mazuela, Pilar. (2017). *Indicadores de sustentabilidad para un cultivo de pimienta en el valle de Azapa, Arica, Chile.* Idesia (Arica), 35(3), 133-136.
- Medrano, H., Bota, J., Cifre, J., Flexas, J., Ribas, M., y Gulías, J. (2007). *Eficiencia en el uso del agua por las plantas.* IMEDEA, 2-3.
- Morante, C. (2016). *Modelo de Sustentabilidad para bosques plantados de eucalipto en los llanos centrales del Estado Cojedes, Caso: DEFORSA.* (Tesis de doctorado). Universidad Nacional Experimental de los llanos Occidentales “Ezequiel Zamora”.
- Ortiz, O., Del Roció, X., y Villota Andrade, L. M. (2013). *La contaminación del sector de Yahuarcocha, por las actividades antropogénicas de sus habitantes* (Tesis de grado).
- Ramón, V., y Rodas, F. (2007). *El control orgánico de plagas y enfermedades de los cultivos y la fertilización natural del suelo.* Guía práctica para los campesinos del bosque seco. Información para la conservación de los bosques secos de Perú y Ecuador: www.darwin.net.org.
- Reijntjes, C., Haverkort, B., y Waters, B. (1992). *Farming for the future: an introduction to low-external-input*

and sustainable agriculture.
Macmillan.

Romero, R., Trinidad, A., García, R.,
Cerrato, R. (2007). Producción de
papa y biomasa microbiana en suelo
con abonos orgánicos y
minerales. *Agrociencia*, 34(3).

Santos Saavedra, W. V., y Castro Romero,
D. A. (2012). *Estudio de la pérdida
del recurso suelo mediante el
cálculo de tasas de erosión y
propuesta de estrategias de manejo
de suelos, determinadas por las
características socio-ambientales
de los Andes Ecuatorianos/Wendy
Santos S.; David Castro R* (Tesis de
grado) Pontificia Universidad
Católica del Ecuador

Vaca, G. (2018). *Incidencia de coberturas
orgánicas en la conservación de la
humedad del suelo en cultivos
asociados en Aloburo y
Yahuarcocha, Imbabura-Ecuador.*
(Tesis de grado). Universidad
Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador