

Capítulo III

Evaluación de prácticas de agricultura de conservación en el sistema de producción maíz- fréjol en la microcuenca del río Burgay

Jorge Coronel Becerra
Maximiliano Ochoa Neira
Catalina Bravo Zúñiga
Pablo Pintado Pintado
Pedro Guerrero Ortiz
Carlos Jiménez Merino
Miguel Guamán Inga
Rafael Muñoz Tenelema

Agricultura de Conservación (AC) es una estrategia de adaptación al cambio climático que involucra el uso conjunto de técnicas de remoción mínima del suelo, cobertura permanente del suelo y la rotación de cultivos para obtener mayor producción con protección del suelo. La estrategia se aplica con el objetivo de lograr una agricultura sostenible y rentable, lo que repercutirá en la mejora de la calidad de vida de los productores. Las estrategias de AC son fácilmente replicables y adaptables a todo tipo de chacra, sistema de finca y sistema productivo. Sin embargo, su adopción es de mayor utilidad para los pequeños productores, con suelos de topografía irregular y baja calidad, sobre todo aquellos que sufren escasez de agua y mano de obra para cultivar.

Según Cotler, Martínez y Etchevers (2016), las prácticas de agricultura de conservación y diversos sistemas de producción tradicionales pueden incrementar de manera considerable el carbono orgánico en suelos, lo que repercute en su resistencia ante el impacto de la lluvia, mejora la tasa de infiltración y la cantidad de agua disponible, incrementa el contenido de la biomasa microbiana, disminuye la erosión y mitiga la emisión de gases de efecto invernadero. Conociendo estas ventajas, este estudio pretende determinar las mejores prácticas de agricultura de conservación en el sistema de producción maíz (*Zea mays L*) en la microcuenca del río Burgay, subcuenca del río Paute. El estudio se concentra en tres localidades: campus UNAE, la comunidad San Miguel de Porotos y la Estación Experimental del Austro.

En concreto, le interesa evaluar a mediano plazo (cuatro años) el efecto de las prácticas de conservación, los sistemas de labranza, la cobertura del suelo y rotaciones de los cultivos prevalentes en la

microcuenca del río Burgay; determinar la variación temporal de la presencia de insectos plaga y benéficos en los sistemas de fincas y sistemas productivos en estudio mediante ensayos de Agricultura de Conservación durante su ciclo vegetativo y reproductivo; y determinar económicamente las mejores prácticas de agricultura de conservación en dicha microcuenca.

El tema cobra especial relevancia si se pone de relieve que la política agropecuaria ecuatoriana dirigida hacia el desarrollo territorial sostenible 2015-2025, II parte, establecida en 2016, han avistado los graves problemas que afectan al sector agropecuario en la zona de planificación 6 (Azuay, Cañar y Morona Santiago), entre ellos, una fuerte degradación y pérdida de ecosistemas naturales por la ampliación de la frontera agrícola y ganadera, la deforestación, incendios forestales, procesos de colonización, malas prácticas agropecuarias (cultivos en pendientes, suelos de baja fertilidad, monocultivo, ganadería extensiva, niveles mínimos de manejo, uso indiscriminado de agroquímicos, etc.) que ocasionan la degradación, pérdida de suelos, de la biodiversidad, así como la pérdida gradual de ingresos y el incremento significativo de riesgos ambientales (inundaciones y movimientos de masa); el acceso inequitativo al recurso hídrico y tecnificación del riego y la falta de agua para riego equitativamente; el deterioro de la cobertura vegetal y contaminación de fuentes de agua que menoscaban el abastecimiento de agua para centros poblados urbanos y rurales, la falta de estudios suficientes y actualizados sobre biodiversidad y agrobiodiversidad de la zona y la escasa difusión de los pocos estudios existentes.

A los problemas anteriormente citados, comunes en la zona 6, se suman los ocasionados por la contaminación de agroquímicos utilizados en forma descontrolada en la producción agrícola, cuyos residuos llegan a las fuentes hídricas por escorrentía; la alarmante reducción del caudal hídrico debido a los grandes procesos de deforestación y ampliación de la frontera agrícola en zonas frágiles y generadoras de aguas como los páramos y las cejas de montañas, así como la mala administración y el uso inadecuado de los recursos naturales. Otro problema es que cultivos intensivos y monocultivos generan degradación de la fertilidad y la compactación de los suelos, problema que es común en la Sierra sur ecuatoriana, donde poco o

nada se practica la labranza reducida, cultivar en curvas de nivel, dejar cobertura en el suelo y rotación después del cultivo el maíz (Saldaña Castillo y Clauré, 2016), por lo que los rendimientos son bajos y los costos de producción altos.

Esta situación merece ser revisada. Según la Asociación Española Agricultura de Conservación Suelos Vivos (2016), existen beneficios al aplicar estrategias de agricultura de conservación en un entorno de cambio climático. En primera instancia, están los *beneficios ambientales* como la reducción de la erosión, el incremento del contenido de materia orgánica, la mejora de la estructura y porosidad, mayor biodiversidad, incremento de la fertilidad natural del suelo, fijación de carbono para el aire al expeler menor emisión de CO₂ a la atmósfera, reducción de la cantidad de agua para riego, reducción de la escorrentía, mejora de la calidad de las aguas superficiales y subterráneas, incremento de la capacidad de retención de agua.

En segunda instancia están los *beneficios económicos* como la reducción de los costos de producción o la mejora del ingreso por unidad de superficie. Esta reducción permite más tiempo para otras actividades tanto dentro de la explotación como fuera de ella (familia, formación, ocio, actividades para la comunidad, etc.), mejora las condiciones económicas y de bienestar de los agricultores y sus familias. Finalmente, están los *beneficios sociales* como la reducción de tiempo de trabajo por hectárea.

Para Saldaña y Clauré (2016), la función fundamental de los abonos verdes es complementar la nutrición de los cultivos de la rotación, bien a través de la fijación de nitrógeno libre, o bien por su eficacia en hacer disponibles nutrientes para los cultivos que de otra manera serían inaccesibles o se perderían. Esta es una tecnología de fácil difusión, y se constituye en una estrategia para producir conservando el ambiente, y como la mejor estrategia de adaptación al cambio climático.

Metodología aplicada

La investigación, como ya se apuntó, se realizó en tres localidades: Campus UNAE (Latitud UTM 0744926S y Longitud 9810214E), la Comunidad San Miguel de Porotos (0743783S y 9809874E), y la

Estación Experimental del Austro (0744453S y 9810107E, cada unidad experimental poseía una superficie de 104 m² (13 x 8 m). Según los análisis de suelo elaborados al inicio de la investigación, todos los lotes experimentales presentaban niveles bajos en materia orgánica (1.0 %), con un pH promedio de 8.1. Los análisis de textura revelaron que en las localidades o repeticiones UNAE y EEA eran franco arenoso y en la repetición tres San Miguel el suelo era franco arcilloso con una conductividad eléctrica promedio de 47 $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$ y 2.2 % de materia orgánica.

El material genético utilizado fue el maíz blanco suave para cosecha en choclo (*Zea más L*) de la variedad INIAP 103 Mishqui Sara, cada unidad experimental estuvo constituida por una parcela de diez surcos de 13 m de largo y 0.80 m de entre surcos. Se sembraron dos semillas por golpe con un distanciamiento de 0.25 m entre cada golpe. Cada surco estuvo constituido por 50 golpes o plantas, la fertilización fue uniforme para todos los tratamientos, y a chorro continuo en la dosis de 200 kg de abono completo 10-30-10 por hectárea.

Tabla 1. Tratamientos en estudio

T1= A1B1C1 Sin curva de nivel. Labranza convencional. Sin cobertura de suelo.*
T2= A1B1C2 Sin curva de nivel. Labranza convencional. Con cobertura de suelo.**
T3= A1B2C1 Sin curva de nivel. Labranza reducida. Sin cobertura de suelo.
T4= A1B2C2 Sin curva de nivel. Labranza reducida. Con cobertura de suelo.
T5= A2B1C1 Con curva de nivel. Labranza convencional. Sin cobertura de suelo.
T6= A2B1C2 Con curva de nivel. Labranza convencional. Con cobertura de suelo.
T7= A2B2C1 Con curva de nivel. Labranza reducida. Sin cobertura.
T8= A2B2C2 Con curva de nivel. Labranza reducida. Con cobertura.
T9= Testigo Sin curva de nivel. Labranza convencional. Sin cobertura de suelo.

* Sin cobertura= corta y alimenta los animales o vende.

**Con cobertura= corta y deja en la superficie del suelo.

Fuente: Equipo de investigación INIAP

Resultados y discusión

A continuación, se presentan (Tablas 2 y 3) los costos de producción y el análisis económico de los tratamientos en estudio. Se puede observar claramente que los ingresos económicos superiores se obtienen al utilizar la técnica de agricultura de conservación que involucra: curva de nivel, cobertura del suelo y labranza reducida (T7= A2B2C1), debido básicamente a que los costos de producción son inferiores.

Tabla 2. Costos de producción y rendimientos en número de choclos de primera categoría por hectárea UNAE 2017

Tratamientos	Costos /produc. USD/ha	Rend./parcela	Rend./ha	Rangos
T6= A2B1C2	1245	219	24066	A
T5= A2B1C1	1200	206	22637	AB
T7= A2B2C1	745	190	20879	AB
T3= A1B2C1	742	176	19341	C
T1= A1B1C1	1000	161	17692	C
T2= A1B1C2	1030	126	13846	CD
T8= A2B2C2	790	90	9890	D
T9= Testigo	1000	80	8791	D
T4= A1B2C2	750	79	8681	D

Fuente. Equipo de investigación INIAP, 2017

Tabla 3. Análisis económico de los tratamientos en estudio

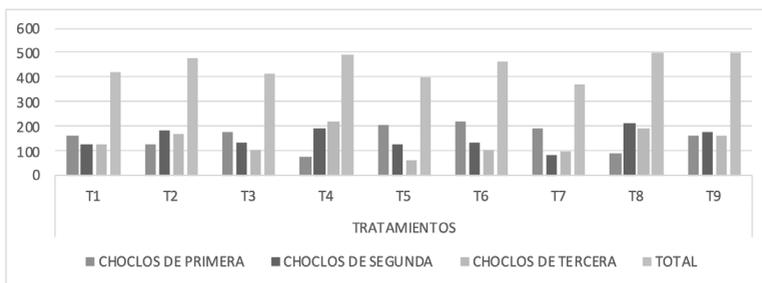
Tratamientos	Costos de producción USD/ha	Rend/ parcela	Rend/ha	Precio unidad USD	Beneficio bruto	Beneficio neto USD
T7= A2B2C1	745	190	20879	0,1	2088	1343
T3= A1B2C1	742	176	19341	0,1	1934	1192
T6= A2B1C2	1245	219	24066	0,1	2407	1162
T5= A2B1C1	1200	206	22637	0,1	2264	1064
T1= A1B1C1	1000	161	17692	0,1	1769	769
T2= A1B1C2	1030	126	13846	0,1	1385	355
T8= A2B2C2	790	90	9890	0,1	989	199
T4= A1B2C2	750	79	8681	0,1	868	118
T9= Testigo	1000	80	8791	0,1	879	-121

Fuente. Equipo de investigación INIAP, 2017

Rendimientos de choclo en diferentes categorías, Chakra UNAE 2016- 2017

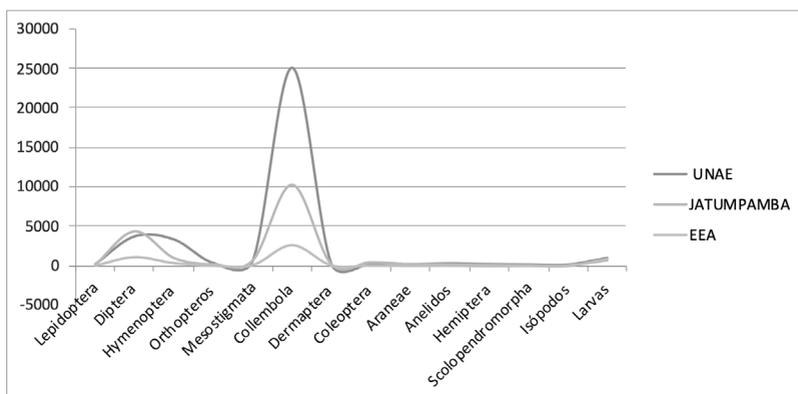
En el proceso se analiza en forma independiente los rendimientos obtenidos en número de choclos de primera categoría, cosechados por parcela neta, y se transforman a número de choclos por hectárea. Luego de la evaluación de campo, del análisis y prueba estadística de significación, el mejor rendimiento se obtiene al cultivar maíz en curva de nivel, con cobertura en el suelo y con labranza convencional. Se observa también que este tratamiento muestra los costos de producción más altos del experimento, razón por la cual no es la mejor estrategia ambiental ni económica para producir.

Figura 1. Rendimientos de choclo en diferentes categorías



Fuente: Equipo de investigación INIAP- EEA

Figura 2. Población de insectos presentes en los sitios experimentales



Fuente: Equipo de Investigación INIAP-EEA

En la Figura 2 se muestra la población de insectos presentes en los diferentes tratamientos en estudio de las tres localidades en experimentación. Se observa que la mayor población de insectos benéficos y formadores de suelo están en la localidad UNA, en los tratamientos con cobertura de suelo.

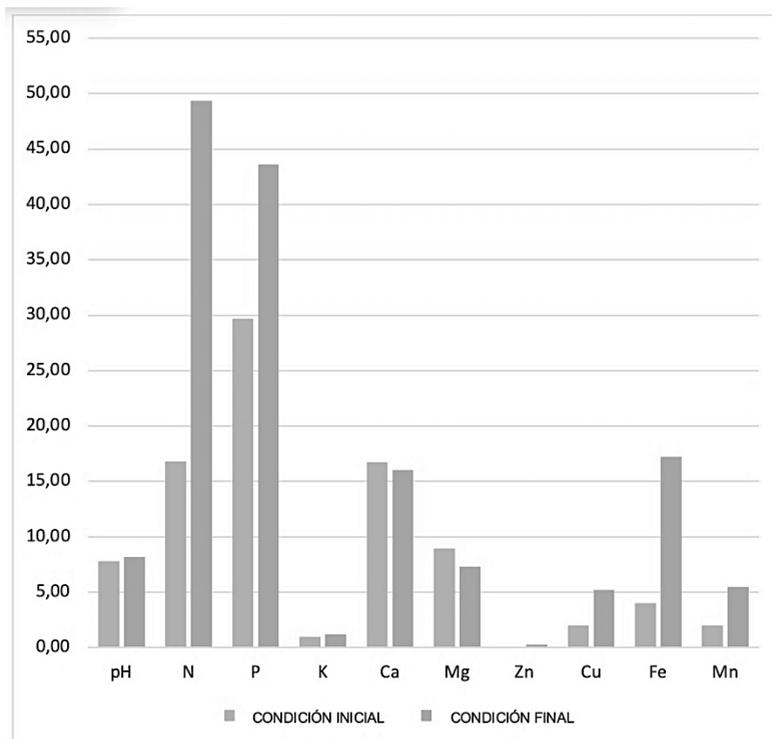
Tabla 4. Riqueza específica y diversidad de insectos por parcela experimental

Tratamiento	Total de individuos	Total de órdenes	Riqueza específica DMG	Diversidad H'	Equitatividad J'
T1= A1B1C1	447	12	11,623	0,467	11,120
T2= A1B1C2	428	12	11,620	0,380	11,120
T3= A1B2C1	526	12	11,632	0,531	11,120
T4= A1B2C2	462	12	11,625	0,509	11,120
T5= A2B1C1	606	12	11,641	0,369	11,120
T6= A2B1C1	562	11	10,636	0,354	10,563
T7= A2B2C1	918	13	12,662	0,505	11,670
T8= A2B2C2	676	11	10,647	0,394	10,563
T9= Testigo	669	11	10,646	0,415	10,563
PROMEDIOS	588	12	11,415	0,436	10,995

Fuente: Equipo de investigación INAP- EEA, 2017

En la Tabla 3, se aprecia que los tratamientos con el mayor número de insectos benéficos y formadores de suelo son aquellos que tienen cobertura vegetal. Estos tratamientos no tienen erosión hídrica ni eólica, debido básicamente a la humedad localizada producto de la protección que ofrece la cobertura vegetal y al hecho de no labrar el suelo. Los resultados son preliminares y es necesario continuar investigando por varios ciclos hasta obtener información validada en años y en otros sitios experimentales.

Figura 3. Comportamiento físico y químico del suelo, inicial y final en el cultivo de maíz campus UNAE, 2016 2017



Fuente: Equipo de Investigación INIAP-EEA

En la Figura 3 se comparan los niveles de contenido promedio de elementos nutritivos, al inicio del experimento y al final de este, luego de seis meses de experimentación para observar diferencias entre los tratamientos en estudio. Los mejores son aquellos que tienen cobertura, labranza reducida y curva de nivel. Esta información debe ser validada en nuevos experimentos con rotación de cultivo y por lo menos durante seis ciclos.

Conclusiones

La información generada en este estudio es preliminar, pero permite inferir documentadamente que las estrategias de AC (uso conjunto de técnicas de remoción mínima del suelo, cobertura permanente del suelo y la rotación de cultivos) son efectivas y eficientes para mejorar los rendimientos del cultivo de maíz porque contribuyen a proteger el suelo de la erosión hídrica y eólica, mejoran la fertilidad del suelo y permiten mejorar las poblaciones de insectos benéficos en las chakras del pequeño productor. Con estos resultados, se ratifica que las estrategias de AC evaluadas en este estudio son una muy buena alternativa para luchar contra el cambio climático.

Referencias bibliográficas

- Asociación Española Agricultura de Conservación Suelos Vivos (AEACSV). IFAPA
- Coher, H., M. Martínez y J. D. Echeverry (2016). Carbono orgánico en suelos agrícolas de México: Investigación políticas públicas. *Terra Latinoamericana* 34, 125-138.
- Guzmán Casado, G. y Alonso Mielgo, A. (2008). *Buenas prácticas en producción ecológica Uso de abonos verdes*. Centro de Investigación y Formación en Agricultura Ecológica y Desarrollo Rural.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca (2016). *La política agropecuaria ecuatoriana: hacia el desarrollo territorial rural sostenible: 2015-2025*. MAG.
- Saldaña Castillo, D. y Claire T. (2016). Alternativas de agricultura de conservación de suelos a través de la incorporación de leguminosas. *Revista Científica de Investigación INFO-INIAF*, 1, 45-93.

