



Siembra

ISSN: 1390-8928

ISSN: 2477-8850

xblastra@uce.edu.ec

Universidad Central del Ecuador

Ecuador

Montesdeoca Montesdeoca, Fabián Homero Salomón; Quishpe Sacancela, Janeth Alexandra; Oña Nacata, Johana Stefanía; Rosero López, Jorge; Herrera Santillán, Martha Verónica; González Carrera, Emilia Gabriela; Bueno Quezada, Jefferson David; Miranda Yupanqui, Segundo Samuel; Arcos Saravia, Lizbeth Leonela; Armendáriz Serrano, Ariel Benjamín; Flores Acosta, Jeffry Stalin; Alvarado Ochoa, Soraya Patricia

Rentabilidad de cultivos en rotación bajo dos sistemas de labranza de suelo en el valle de Tumbaco, Ecuador

Siembra, vol. 10, núm. 2, e4552, 2023, Julio-Diciembre

Universidad Central del Ecuador

Quito, Ecuador

DOI: <https://doi.org/10.29166/siembra.v10i2.4552>

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=653875071011>

- ▶ [Cómo citar el artículo](#)
- ▶ [Número completo](#)
- ▶ [Más información del artículo](#)
- ▶ [Página de la revista en redalyc.org](#)

redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc

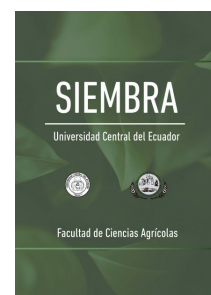
Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Rentabilidad de cultivos en rotación bajo dos sistemas de labranza de suelo en el valle de Tumbaco, Ecuador

Profitability of crops in rotation under two soil tillage systems in the Tumbaco Valley, Ecuador

Fabián Homero Salomón Montesdeoca Montesdeoca¹, Janeth Alexandra Quishpe Sacancela², Johana Stefanía Oña Ñacata², Jorge Rosero López², Martha Verónica Herrera Santillán², Emilia Gabriela González Carrera², Jefferson David Bueno Quezada², Segundo Samuel Miranda Yupanqui², Lizbeth Leonela Arcos Saravia³, Ariel Benjamín Armendáriz Serrano³, Jeffry Stalin Flores Acosta³, Soraya Patricia Alvarado Ochoa⁴



Siembra 10 (2) (2023): e4552

Recibido: 10/05/2023 Revisado: 20/07/2023 Aceptado: 03/10/2023

¹ Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas. Carrera de Ingeniería Agronómica. Campo Académico Docente Experimental “La Tola”, Tumbaco. C.P. 170903. Quito, Ecuador.

✉ fmontesdeoca@uce.edu.ec

🔗 <https://orcid.org/0000-0001-8822-492x>

² Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas. Carrera de Ingeniería Agronómica. Campo Académico Docente Experimental “La Tola”, Tumbaco. C.P. 170903. Quito, Ecuador.

✉ peluchita_may@hotmail.es

✉ johis_2819@hotmail.com

✉ mavehesa1990@gmail.com

✉ eggonzalez@uce.edu.ec

✉ dbuenoq@gmail.com

✉ samolife1701@gmail.com

³ Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas. Carrera de Ingeniería Agronómica. Campo Académico Docente Experimental “La Tola”, Tumbaco. C.P. 170903.

✉ llarcos@uce.edu.ec

✉ abarmendariz@uce.edu.ec

✉ jsfloresal@uce.edu.ec

⁴ Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas. Carrera de Ingeniería Agronómica. Campus Quito. C.P. 170521. Quito, Ecuador.

✉ spalvarado@uce.edu.ec

🔗 <https://orcid.org/0000-0003-4710-8281>

Resumen

Los pequeños productores del Ecuador, quienes se agrupan dentro de la tipología de agricultura familiar campesina (AFC), representan el 62 % de la población rural, contribuyen a la seguridad alimentaria y producen para la canasta familiar los alimentos básicos. Típicamente, su sistema productivo se basa en el trabajo familiar. Sus principales cultivos son el fréjol y maíz, utilizando el sistema de labranza convencional (LC). Por otro lado, la erosión de los suelos es el problema ambiental más serio del Ecuador que afecta, aproximadamente, al 50 % del área cultivada. Una práctica agronómica efectiva contra la erosión es la siembra directa (SD) complementada con la rotación de cultivos (RC). Las inversiones en conservación de suelos, por lo general, son altas y no rentables a corto plazo, por lo que es un reto generar técnicas que mejoren el rendimiento, reduzcan costos y produzcan beneficios desde su implementación, para que motiven su adopción. El objetivo de este estudio fue evaluar la rotación fréjol-maíz, comparando SD con LC, en una etapa temprana de su implementación a través de la relación beneficio/costo (R B/C) en el Campo Experimental “La Tola” (CADET), en Tumbaco-Ecuador. Los resultados muestran que los promedios de la R B/C para fréjol fueron similares en los dos sistemas; en cambio, para maíz, SD superó a LC, en un promedio mayor al 50 %, por lo que se rechaza la hipótesis de que la SD generaría pérdidas. En conclusión, la SD es una alternativa de conservación de suelos rentable bajo las condiciones edafo-climáticas estudiadas.

Palabras clave: erosión, rotación fréjol-maíz, siembra directa, relación beneficio/costo, rentabilidad

Abstract

Small producers in Ecuador, who are grouped within the typology of peasant family agriculture (PFA), represent 62% of the rural population and contribute to food security by producing basic foodstuffs for the family food basket. Typically, their production system is based on family labor. Their main crops are beans and corn, using the conventional tillage system (CT). Soil erosion is the most serious environmental problem in Ecuador, affecting approximately 50% of the cultivated area. An effective

*Autor de correspondencia:
fmontesdeoca@uce.edu.ec

SIEMBRA

<https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/SIEMBRA>

ISSN-e: 2477-8850

ISSN: 1390-8928

Periodicidad: semestral

vol. 10, núm 2, 2023

siembra.fag@uce.edu.ec

DOI: <https://doi.org/10.29166/siembra.v10i2.4552>



Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución-NoComercial

agronomic practice against erosion is no-tillage (NT) complemented with crop rotation (CR). Investments in soil conservation are generally high and not profitable in the short term, so it is a challenge to generate techniques that improve yields, reduce costs and produce benefits from their implementation, in order to motivate their adoption. The objective of this study was to evaluate the bean-corn rotation, comparing NT with LC, at an early stage of its implementation through the benefit/cost ratio (B/C ratio) in the Experimental Field “La Tola” (CADET), in Tumbaco-Ecuador. The results show that the B/C ratio averages for beans were similar in both NT and LC systems; on the other hand, for corn, NT outperformed LC by an average of more than 50%, thus rejecting the hypothesis that NT would generate losses. In conclusion, NT is a profitable soil conservation alternative under the soil-climatic conditions studied.

Keywords: erosion, bean-corn rotation, no-tillage, benefit/cost ratio, profitability.

1. Introducción

Los pequeños productores contribuyen a la seguridad alimentaria del Ecuador ya que son responsables de la producción de los alimentos básicos de la canasta familiar, los mismos que mantienen su racionalidad productiva asociada al uso de la fuerza de trabajo de su familia; no solo producen para su autoconsumo, sino que, además, generan excedentes que cubren las necesidades del mercado interno, conservan la agrodiversidad y representan el 62 % de la población económicamente activa rural (la mayoría de esta población genera su propio empleo) (Berry y North, 2011; Carrión y Herrera, 2012). En su conjunto conforman lo que se conoce como el grupo de Agricultura Familiar Campesina [AFC], que resulta en un motor vital de la economía ecuatoriana de lucha contra la pobreza y constituye un soporte para una sociedad más equitativa (Boada y Espinosa, 2016). Entre los cultivos principales que produce la AFC se encuentran el fréjol y el maíz.

El cultivo de fréjol, en el Ecuador, lo desarrollan pequeños agricultores, orientando la producción al autoconsumo y al abastecimiento del mercado interno. La superficie promedio cultivada en Ecuador en los últimos ciclos fue de 22.186 ha año⁻¹, de las cuales 3.410 ha fueron de fréjol arbustivo (hábito de crecimiento determinado), el rendimiento promedio de fréjol seco fue de 350 kg ha⁻¹ y en vaina verde de 1.340 kg ha⁻¹ (Orellana, 2022).

El maíz suave es primordial para la economía de los agricultores de la región andina del Ecuador. Las zonas de producción de este tipo de maíz se ubican entre los 2.000 y 3.000 m s.n.m., en suelos con ciertas deficiencias, principalmente de nitrógeno [N] y fósforo [P], y que están expuestos a la erosión, misma que es un proceso físico de pérdida de la capa arable debido al arrastre de las partículas por acción de la lluvia y el viento en suelos que han sido removidos (Boada y Espinosa, 2016).

La erosión cobra intensidad por las condiciones topográficas de alta pendiente, tipo de suelo y falta de cobertura vegetal, además de ciertas prácticas inadecuadas que realizan muchos agricultores (Winters et al., 1998). Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO] e Intergovernmental Technical Panel on Soils [ITPS] (2015) resaltan que la degradación del suelo aumentó a nivel mundial, como consecuencia de la práctica del monocultivo, la exagerada aplicación de pesticidas químicos, el manejo inapropiado del suelo y que el daño no solamente se expresa en mayor erosión, sino también en compactación, sellado y anegamiento, acidificación y salinización, contaminación, desequilibrio de nutrientes —por exceso o deficiencia—, pérdida del carbono orgánico del suelo [COS] que se asocia a la producción de gases de efecto invernadero y, finalmente, pérdida de biodiversidad.

La erosión en el Ecuador es uno de los problemas de degradación ambiental más serios que afecta, aproximadamente, al 50 % del suelo cultivado. Alrededor del 15 % de las tierras degradadas se encuentran en el callejón interandino y sobre las vertientes que lo bordean (Espinosa et al., 2022). La pérdida de suelo por erosión hídrica en tierras agrícolas se eleva hasta 80 ton ha⁻¹ año⁻¹ (FAO e ITPS, 2015), también, la erosión por labranza con el arado de discos. Por ejemplo, en la provincia del Carchi en un suelo negro, con 30 % de pendiente, se estimó en 40 ton ha⁻¹ por cada una de las labores que se realizan (Córdova y Valverde, 2002).

La presión sobre la tierra debido al crecimiento de la población ecuatoriana (9,29 millones en 1986 a 16,8 millones en 2017) ha obligado a los agricultores de la región andina, a usar para la producción, tierras marginales, con pendientes pronunciadas, agravada por la división sucesiva de los predios agrícolas, lo que ha creado una red de minifundios donde son escasos los recursos productivos. Sin embargo, la erosión, no solamente, ocurre en los minifundios, sino también en propiedades grandes debido a la falta de prolijidad para cultivarlas (Espinosa et al., 2022).

En suelos erosionados el desarrollo de plantas es precario, las mismas son débiles, no cubren el suelo y dejan pocos residuos sobre la superficie; además, el constante movimiento es la causa para la pérdida de la materia orgánica del suelo [MOS] y de la fertilidad (Derpsch et al., 2010; Espinosa et al., 2022). La consecuencia

principal de este proceso es que se reduce la capacidad de producción de los predios, lo que causa un impacto negativo en la economía de los agricultores; aunque también se producen consecuencias indirectas sobre los habitantes de las zonas urbanas, pues la acumulación de sedimentos, en las obras de infraestructura, ponen en riesgo a centrales hidroeléctricas, carreteras y viviendas (Espinosa *et al.*, 2022).

Una de las prácticas agronómicas más efectivas para la prevención y control de la erosión es la labranza conservacionista conocida como SD complementada con la rotación de cultivos (Crovetto, 2006). La SD es la preparación del suelo para la siembra en el que el disturbio del suelo para colocar las semillas es mínimo, ubicándolas en una angosta cama de siembra y que, generalmente, depende del uso de herbicidas para el control de malezas (Dabalá, 2009). La RC consiste en la siembra alternada de diferentes especies sobre un mismo suelo (lo más apropiado es alternar leguminosas y cereales), se aplica para mitigar la presencia de malezas y mejorar el control de plagas, pues con esta práctica, se rompen los ciclos biológicos de las mismas, además de promover un balance de nutrientes en el suelo (Derpsch *et al.*, 2010; Fan *et al.*, 2020; Kazula *et al.*, 2017).

Espinosa *et al.* (2022) y Crovetto (2006), entre otros autores, aseguran que los agricultores que manejan adecuadamente SD obtienen rendimientos satisfactorios a menor costo, pues permite disminuir el uso de maquinaria agrícola y de combustible; además, a mediano y largo plazo, una vez que se afianza el sistema, se estabilizan o mejoran los rendimientos.

Los costos de producción constituyen el valor monetario de los factores utilizados en el ejercicio de una actividad económica destinada a la producción de un bien o servicio, pues todo proceso productivo supone el consumo o desgaste de uno o varios factores de producción. Se consideran los pagos por los factores de producción: al trabajo, es decir, pagos de sueldos, salarios y prestaciones a jornaleros y empleados; pagos por los insumos usados en el proceso productivo (semilla, fertilizantes, compost, pesticidas, etc.), así como también, pago por el uso de capital utilizado en el proceso productivo, constituido por la retribución al agricultor o empresario agropecuario (por el dinero invertido, uso de bienes de capital, intereses, utilidades, etc.). La rentabilidad está asociada a la obtención de ganancias, es la relación que existe entre la inversión necesaria para implementar un proceso productivo y la utilidad que ella genera, se la expresa como la $R/B/C$ y mide la eficiencia lograda por cada unidad monetaria invertida (Herrera *et al.*, 1994).

En general, las inversiones para implementar tecnologías de conservación de suelos, a menudo, tienen gastos considerables para su establecimiento y producen ganancias solo unos años después, por lo que se hace necesario que, para que estas tecnologías sean adoptadas con éxito, deben combinarse con procesos que mejoren el rendimiento o reduzcan los costos y produzcan beneficios económicos a los agricultores desde el momento de su implementación (Winters *et al.*, 1998). SD es una práctica agronómica exitosa para el control de la escorrentía superficial que se logra mediante la siembra sin remoción del suelo, mantenimiento de la cobertura y con la implementación de RC, por lo que este artículo tiene como objetivo evaluar los rendimientos y costos de producción de los cultivos de fréjol y maíz, en rotación, comparando SD y LC durante los cinco primeros ciclos de su implementación, y determinar la rentabilidad de cada uno de los sistemas de labranza. Se hipotetiza que el sistema de labranza conservacionista implementado en el Campo Académico Docente Experimental “La Tola” [CADET], en su etapa de transición, producirá rendimientos más bajos y costos más altos comparados con LC, por lo tanto, generaría pérdidas en los ingresos.

2. Materiales y métodos

2.1. Área de estudio

El experimento se realizó en el CADET, ubicado en la provincia de Pichincha, cantón Quito, a una altitud de 2.465 m s.n.m., 78°21'18" de longitud oeste y 00°13'49" de latitud sur. Según el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología [INAMHI], el sitio tiene una temperatura promedio de 15 °C, precipitación media anual de 927 mm, humedad relativa de 76 %. Los lotes en estudio corresponden a un mollisol. El CADET cuenta con agua de riego permanente y un sistema de riego por aspersión. En la investigación se evalúan tres factores: sistemas de labranza, niveles de fertilización nitrogenada y rotaciones de cultivo; cada subparcela de la rotación fréjol-maíz tiene una superficie de 84 m² (12 m x 7 m), se evalúan dos sistemas de labranza y cuatro niveles de fertilización nitrogenada, con tres repeticiones, la superficie neta del experimento cubre 2.016 m² (84 m x 24 m), adicionalmente existen 544 m² entre bordes y caminos, por lo que la superficie experimental de este reporte cubre 2.560 m².

2.2. Variedades utilizadas

Se utilizó la variedad de fréjol INIAP 484-Centenario, que tiene resistencia múltiple a enfermedades, de hábito de crecimiento tipo 1 (sin guía), flor rosada, el color del grano es rojo moteado con crema, el tamaño del grano es grande, su forma es arriñonada, con un período vegetativo de 110 a 120 días, se desarrolla bien entre los 1.400 a 2.400 m s. n. m., arroja rendimientos “promedio” de 2.150 kg ha⁻¹ con una fertilización de 11 kg ha⁻¹ de nitrógeno y 52 kg ha⁻¹ de fósforo (P₂O₅), su grano seco contiene un 26,77 % de proteína (Murillo et al., 2012).

La variedad del maíz que se utilizó fue INIAP 122-Chaucho Mejorado, que se caracteriza por su precocidad, tamaño de la planta bajo, resistencia al acame, tolerancia a la pudrición de la mazorca y buena calidad de grano, de tipo suave y de un color amarillo, se desarrolla bien en una altitud de 2.200 a 2.800 m s.n.m., con rendimientos de grano seco “promedio” de 3.850 kg ha⁻¹ para lo cual necesita una fertilización de 80 kg ha⁻¹ de N y 40 kg ha⁻¹ de P (P₂O₅); esta variedad es apropiada para consumirla como choclo, tostado, mote, humitas, en harinas, etc. (Yáñez et al., 2013).

2.3. Productos, subproductos y precios

Para determinar el precio de los productos y subproductos motivo de este trabajo se realizó un sondeo en los mercados La Ofelia de Quito (para maíz y fréjol en grano seco) y El Arenal de Tumbaco (para maíz en choclo). En el caso del fréjol, se evaluó la producción y comercialización del grano seco y su precio se fijó en USD 1,44 kg⁻¹ de grano seco.

Para el maíz se realizó el análisis tal como lo utilizan las familias de la AFC para quienes tiene tres usos: a) el grano seco que se cosecha cuando la planta llega al final de su estado fisiológico y que los agricultores del sector lo cultivan en extensiones pequeñas, para autoalimentación y semilla, su precio se determinó en USD 0,80 kg⁻¹ de grano seco; b) el maíz tierno que se conoce como choclo y que es un platillo popular y muy apetecido por la población del sector, su precio promedio fue de USD 0,13 kg⁻¹; c) un subproducto importante para la economía de este estrato de agricultores es “el tallo y sus hojas” que se los utiliza como forraje para la alimentación de los animales de la granja, sean estos vacunos, ovinos, conejos, cuyes, etc., pues es común que, en los mercados locales de Tumbaco, se comercialice este forraje; su precio es muy variable, ya que depende del período del año, es así que en la época seca su valor llega hasta a USD 0,10 por unidad (tallos y hoja), en cambio, cuando se producen lluvias, su valor decrece, pues llega hasta a USD 0,01 por unidad; el precio fijado para el presente trabajo fue de USD 0,03 por unidad (tallos y hoja). Además, se consideró que, en el caso del sistema de labranza LC, los agricultores venden totalmente este subproducto, en cambio que, cuando se implemente SD, venderían el 50 % de este subproducto, pues el resto lo dejarían en el terreno para su descomposición y aporte de MOS.

La mano de obra en la zona se valoró en USD 20 Jornal⁻¹.

2.4. Análisis económico

El análisis económico se realizó utilizando el método de la R B/C, descrita por Herrera et al. (1994), para lo cual se registraron todas las actividades realizadas al implementar cada uno de los cultivos en los sistemas de labranza, desde la preparación del terreno hasta la cosecha y poscosecha, luego se costó y sumó dichos valores. Por otro lado, se anotó la cantidad producida de cada uno de los productos y subproductos y se multiplicó por su precio, con lo que se obtuvo el ingreso bruto, luego se aplicó la ecuación [1].

$$\text{Relación B/C} = \frac{\sum I}{\sum E} \quad [1]$$

donde:

- $\sum I$: suma de los ingresos o beneficios monetarios del cultivo.
- $\sum E$: suma de todos los gastos realizados para implementar el cultivo.

El resultado mide la eficiencia financiera de cada dólar invertido en cada uno de los cultivos implementados, por cada ciclo de cultivo y sistema de labranza.

3. Resultados y discusión

3.1. Rendimientos ($kg\ ha^{-1}$)

En los rendimientos que se muestran en la Tabla 1 se observa que durante el primer y tercer ciclos de cultivo de fréjol en SD arroja mayores rendimientos frente a LC, en tanto que en el quinto ciclo, que corresponde al segundo semestre de 2021, los resultados se revierten; es decir, que los mejores rendimientos se obtuvieron en LC, debido a las condiciones climáticas de ese año en el que se presentaron torrenciales aguaceros que afectaron, en mayor medida, a la parcela de SD.

Los rendimientos de fréjol superiores bajo SD en el primero (60,10 %) (Montesdeoca *et al.*, 2020) y tercer ciclos (21,11 %), comparados con LC, concuerdan con la tendencia reportada por investigadores como Valdivia Lorente y Valle Trujillo (2017), quienes encontraron que SD alcanzó un rendimiento de $1.924\ kg\ ha^{-1}$ superior a LC que alcanzó $1.710\ kg\ ha^{-1}$.

En cambio, los rendimientos correspondientes al quinto ciclo (tercero de fréjol), que muestran un mejor comportamiento de LC (superior en 112,28 %), se podrían explicar por las precipitaciones fuertes que se presentaron durante el período que estuvo el cultivo en desarrollo (septiembre–diciembre, 2021), pues en estos meses la cantidad de agua proveniente de las lluvias, prácticamente fue el doble en relación con las cantidades que se produjeron en meses similares de los tres años inmediatamente anteriores (Figura 1), esta mayor humedad del suelo sumada a la gran cantidad de rastrojos que se encontraban descomponiéndose sobre la superficie del suelo, sobre todo en SD, provocaron un ambiente saturado propicio para una mayor incidencia de enfermedades y malezas que afectaron el buen desenvolvimiento del cultivo y su rendimiento. Algunos científicos creen que hay una tendencia desfavorable en el clima mundial que está perjudicando las cosechas de los productos agrícolas (Wonnacott y Wonnacott, 1992), pues los cambios observados en la atmósfera, los océanos y la biosfera proporcionan una evidencia inequívoca de un mundo que se ha calentado y las consecuencias muestran que las precipitaciones son cada vez mayores en ciertas zonas, mientras que escasean en otras, provocando grandes inundaciones en las primeras y graves sequías en las otras, por lo tanto, se necesitan métodos de cultivo resilientes a estos factores del clima (Castro, 2021).

Por otra parte, es recomendable que para los ciclos posteriores de fréjol se evalúe también la producción y comercialización del grano tierno que es una modalidad de consumo bastante común en la zona.

Al analizar los rendimientos del cultivo de maíz para choco (Tabla 2), en los dos ciclos evaluados, se observa un mejor comportamiento en SD comparado con LC, pues, en promedio, SD arroja un rendimiento superior en 62,73 % a LC. También los rendimientos de maíz para grano seco (Tabla 3) guardan la misma tendencia, pues, en promedio, SD supera en 20,68 % a LC.

Forján y Manso (2013) y Aparicio *et al.* (2002) observan que SD arroja un mejor rendimiento en comparación con LC bajo el cultivo de maíz, porque se logra una mayor acumulación de residuos sobre el suelo, lo que proporciona una cobertura densa, aportando cantidades importantes de MOS, y que además, al complementar con el uso de leguminosas en la rotación de cultivos, se incorpora el N fijado bacteriológicamente; por lo que existe mayor mineralización neta del N e incremento de su contenido residual en el suelo lo que incide en mayores rendimientos de maíz.

Recientes experimentos conducidos en Ecuador dan cuenta de los mejores rendimientos de SD comparados con LC, en diferentes cultivos (Alvarado Ochoa *et al.*, 2011; Gallager *et al.*, 2017; Quichimbo *et al.*, 2012). En este sentido, Alvarado Ochoa *et al.* (2011), hacen énfasis en que un manejo adecuado de residuos del maíz bajo labranza de conservación llega a duplicar el contenido de N y potasio [K] en el suelo, lo que repercute positivamente en el rendimiento.

La SD es una alternativa efectiva para conservar el suelo; sin embargo, esta por sí sola no mejora completamente el comportamiento del suelo y el de los cultivos. Para que este sistema de labranza de suelos funcione adecuadamente se necesita complementarlo con un adecuado esquema de RC. Los resultados en rendimiento de los cultivos bajo SD y el consecuente impacto ambiental dependen de la secuencia de cultivos debido a que rotaciones adecuadas mejoran el balance de los nutrientes, incrementan el contenido de MOS, el aprovechamiento del agua y, además, tienen un efecto inhibitorio sobre diversos patógenos (plagas y enfermedades). Las rotaciones y una densa cobertura superficial de residuos vegetales hacen y regulan los ciclos de agua y nutrientes (Bell *et al.*, 2003; Castilla, 2013). Se recomienda el uso de RC con gran capacidad de producir biomasa radical para prevenir la formación de estratos compactos y mejorar la calidad física del suelo (Munkholm *et al.*, 2013). Además, la RC mejora la producción de biomasa en capas inferiores del perfil del suelo (zonas donde llega la raíz de la leguminosa), mejora la cantidad y calidad de

Tabla 1. Rendimiento, costos de producción, ingresos y relación B/C del cultivo de fréjol para grano seco durante tres ciclos y sus promedios. CADET, Tumbaco, Ecuador. 2023.

Table 1. Yield, production costs, income, and B/C ratio of the bean crop for dry grain crop during three cycles and their averages. CADET, Tumbaco, Ecuador. 2023.

Ciclo	Rendimiento		Costos de producción		Ingresos		R B/C	
	(kg ha ⁻¹)		(USD ha ⁻¹)		(USD ha ⁻¹)		(rentabilidad USD ⁻¹ invertido)	
	SD	LC	SD	LC	SD	LC	SD	LC
Primero	2.957,00	1.847,00	2.115,11	2.185,63	4.258,08	2.659,68	2,01	1,22
Tercero	1.523,38	1.257,82	1.874,33	1.938,87	2.193,67	1.811,26	1,17	0,93
Quinto	1.264,17	2.683,59	2.067,19	2.136,05	1.820,41	3.864,37	0,88	1,81
Promedio	1.914,85	1.929,47	2.018,88	2.086,85	2.757,38	2.778,44	1,35	1,32

Tabla 2. Rendimiento, costos de producción, ingresos y relación B/C del cultivo de maíz para choclo, durante dos ciclos y sus promedios. CADET, Tumbaco, Ecuador. 2023.

Table 2. Yield, production costs, income, and B/C ratio of sweet corn on ear, during two cycles and their averages. CADET, Tumbaco, Ecuador. 2023.

Ciclo	Rendimiento		Costos de producción		Ingresos		R B/C	
	(kg ha ⁻¹)		(USD ha ⁻¹)		(USD ha ⁻¹)		(rentabilidad USD ⁻¹ invertido)	
	SD	LC	SD	LC	SD	LC	SD	LC
Segundo	36.712,50	21.772,35	1.748,72	1.931,96	4.772,63	2.830,41	2,73	1,47
Cuarto	39.740,86	25.209,79	1.851,19	2.107,80	5.702,02	4.348,69	3,08	2,06
Promedio	38.226,68	2.3491,07	1.799,96	2.019,88	5.237,32	3.589,55	2,90	1,76

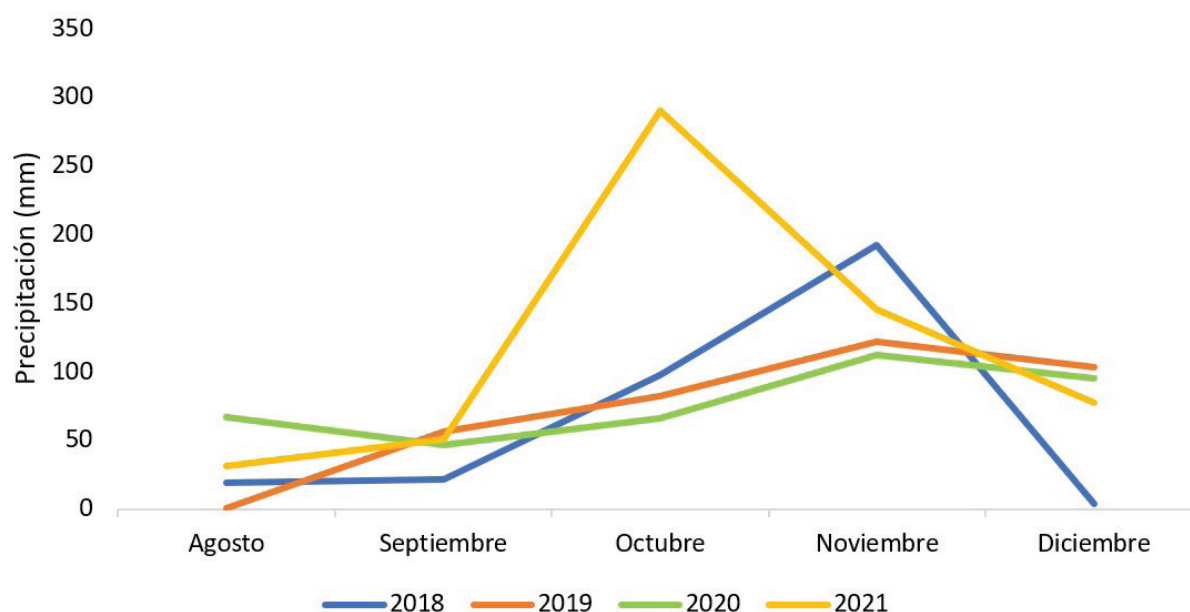


Figura 1. Datos comparativos de la precipitación registrada en 2018, 2019, 2020 y 2021. Estación Meteorológica “La Tola”. Tumbaco, Ecuador.

Figure 1. Comparative data of precipitation recorded in 2018, 2019, 2020, and 2021, “La Tola” Meteorological Station. Tumbaco, Ecuador.

Tabla 3. Rendimiento, costos de producción, ingresos y relación B/C del cultivo maíz para grano seco, durante dos ciclos y sus promedios. CADET, Tumbaco, Ecuador. 2023.

Table 3. Yield, production costs, income and B/C ratio of the dry maize crop, during two cycles and their averages. CADET, Tumbaco, Ecuador. 2023.

Ciclo	Rendimiento		Costos de producción		Ingresos		R B/C	
	(kg ha ⁻¹)		(USD ha ⁻¹)		(USD ha ⁻¹)		(rentabilidad USD ⁻¹ invertido)	
	SD	LC	SD	LC	SD	LC	SD	LC
Segundo	4.505,94	4.305,33	1.778,72	1.986,96	3.604,75	3.444,26	2,03	1,73
Cuarto	3.042,88	1.950,01	1.971,19	2.233,80	2.434,30	1.560,01	1,23	0,70
Promedio	3.774,41	3.127,67	1.874,96	2.110,38	3.019,53	2.502,14	1,63	1,22

exudados de las raíces, aumenta la población microbiana e incrementa los agregados del suelo que permiten proteger al carbono orgánico (CO) y N presentes (Cates et al., 2016; Drinkwater et al., 2007; Plaza-Bonilla et al., 2016).

3.2. Costos de producción

En cuanto a los costos de producción, en los tres ciclos de fréjol se presentan mayores costos asociados a LC en comparación con SD, lo que representa una diferencia promedio de 3,37 %. En el caso del cultivo de maíz las diferencias también son evidentes, pues en promedio los costos de producción para choclo en LC, superan a los de SD en 12,22 % y el promedio de los costos de producción de maíz para grano seco en LC superan a los de SD en 12,56 %; lo que se explica, principalmente, por la mayor cantidad de mano de obra que se tuvo que utilizar en LC (USD 20 jornal⁻¹), fundamentalmente, para la remoción de malezas.

3.3. Relación beneficio/costo (R B/C)

Dividiendo los ingresos obtenidos para los costos realizados se obtuvo la R B/C, es decir, el valor monetario que ingresa por cada dólar invertido, lo que demuestra la eficiencia financiera de cada uno de los cultivos.

Para el caso del fréjol, los resultados de la R B/C no son consistentes durante los ciclos evaluados, pues en el primero y tercer ciclos en SD fueron positivos con 2,01 y 1,17 frente a los valores de LC que presentó R B/C de 1,22 y 0,93, respectivamente; sin embargo, para el quinto ciclo la respuesta se invierte, con una R B/C de 0,88 en SD, mientras que para LC fue de 1,81; no obstante, el promedio de los tres ciclos de este parámetro financiero se presenta bastante similar (SD: 1,35 frente a LC: 1,32) (Tabla 1), lo que permite inferir que las rentabilidades del cultivo de fréjol fueron equivalentes en los dos sistemas de labranza utilizados y que la productividad más bien fue dependiente de las condiciones climáticas del lugar y de la época del cultivo.

En cambio, de los resultados que se presentaron en choclo se infiere que el promedio de R B/C de los dos ciclos evaluados (segundo y cuarto) en SD fue 64,77 % superior al promedio presentado por LC (2,90 frente a 1,76); asimismo, para grano seco SD fue 33,61 % superior al promedio presentado por LC (1,63 frente a 1,22).

Con los resultados presentados se colige que, consistentemente, el cultivo de maíz se adaptó mejor a los cambios de manejo del cultivo que representa migrar desde LC hacia SD, además, su rendimiento y rentabilidad son menos dependientes de las condiciones climáticas del lugar y época del cultivo.

Llama la atención la diferencia que se obtuvo cuando se comercializa el maíz en choclo, comparando con la comercialización de grano seco, pues, en el primer caso, se obtiene una mayor rentabilidad, aunque el cultivo permanece menor tiempo en el campo, por lo tanto, hay una menor exposición a las condiciones climáticas y plagas de campo, por lo tanto, hay un menor riesgo y, sin embargo, se presenta una mayor rentabilidad.

4. Conclusiones

Los rendimientos en el cultivo de fréjol fueron mayores en SD para los primeros dos ciclos comparados con LC, mientras que en el último ciclo, el rendimiento en el sistema de labranza conservacionista fue menor debido a

las precipitaciones altas que se produjeron en la etapa de cultivo y que afectaron con mayor intensidad al cultivo de fréjol en este sistema, porque la mayor humedad provocó la presencia severa de enfermedades causadas por hongos del suelo. Consistentemente, los rendimientos en el cultivo de maíz fueron superiores en SD en los dos ciclos evaluados, tanto para choclo como para grano seco, lo que permite concluir que, en las condiciones del CADET, esta especie se adaptó mejor al manejo del sistema de labranza conservacionista.

Respecto a los costos de producción para los dos cultivos, son menores en SD, tanto para los tres ciclos de fréjol como para los dos ciclos de maíz; resultado que se explica por el ahorro que se produce al implementar este sistema de labranza del suelo debido a que se utiliza menos mano de obra y maquinaria agrícola (incluye menor uso de combustible), lo que lo hace más barato.

Se concluye que la rentabilidad del fréjol no es consistente en los ciclos analizados, pues su rendimiento y productividad dependen del clima. En los primeros dos ciclos evaluados hay una mayor rentabilidad en SD, en tanto que en el tercer ciclo se revierten los resultados, ya que LC fue más rentable, debido a que los rendimientos del fréjol decayeron ostensiblemente por las razones identificadas anteriormente. Además, al comparar los promedios de los tres ciclos de los parámetros analizados, entre los dos sistemas de labranza, se encuentra que son muy similares, a tal punto que la R B/C de los dos sistemas de labranza son prácticamente equivalentes.

Respecto al análisis de la rentabilidad del maíz, se concluye que en los dos ciclos evaluados fue más rentable SD comparándola con LC, y se explica este comportamiento porque esta especie vegetal fue la que mejor se adaptó al sistema de labranza conservacionista en la que se utiliza menos mano de obra y maquinaria agrícola (incluye menor uso de combustible). También se concluye que es más rentable para los agricultores vender su producción en choclo antes que en maíz seco; considerando, además que, para que madure totalmente la planta hasta obtener grano seco pasa mayor tiempo (60-70 días) en las parcelas, lo que extiende el período de riesgo del cultivo a los factores ambientales y plagas del campo (sobre todo aves y ratas). También se explica porque el choclo es un producto cotidiano en la mesa de los ecuatorianos y su demanda es permanente, adicionalmente, en este estado fisiológico de la planta, el agricultor utiliza y/o comercializa parte de la planta (tallos y hojas) que en la AFC los usan para la alimentación de los animales de la granja, tales como vacunos, conejos, cuyes, etc.

Con lo acotado se rechaza la hipótesis planteada, en el sentido de que, en los primeros ciclos de transición, el sistema de labranza conservacionista implementado en el CADET produciría rendimientos más bajos y costos elevados comparados con LC; y, por lo tanto, generaría pérdidas en los ingresos. En general, SD produjo mayores rendimientos, menores costos y una mejor rentabilidad. Sin embargo, con los resultados mostrados, se corrobora que la actividad agrícola está expuesta a riesgos climáticos como las altas precipitaciones o sequías prolongadas, más comunes en estos tiempos de calentamiento global, lo que puede incrementar la incertidumbre de los rendimientos y repercutir en la rentabilidad.

Contribuciones de los autores

- Fabián Homero Salomón Montesdeoca Montesdeoca: conceptualización, adquisición de fondos, metodología, administración del proyecto, redacción – borrador original.
- Janeth Alexandra Quishpe Sacancela: investigación.
- Johana Stefania Oña Ñacata: investigación.
- Jorge Rosero López: investigación.
- Martha Verónica Herrera Santillán: investigación.
- Emilia Gabriela González Carrera: investigación.
- Jefferson David Bueno Quezada: investigación.
- Segundo Samuel Miranda Yupanqui: investigación.
- Lizbeth Leonela Arcos Saravia: investigación (de apoyo).
- Ariel Benjamín Armendáriz Serrano: investigación (de apoyo).
- Jeffry Stalin Flores Acosta: investigación (de apoyo).
- Soraya Patricia Alvarado Ochoa: redacción – revisión y edición.

Implicaciones éticas

Los autores declaran que no existen implicaciones éticas.

Conflicto de interés

Los autores declaran que no existen conflictos de interés financieros o no financieros que podrían haber influido en el trabajo presentado en este artículo.

Referencias


- Alvarado Ochoa, S. P., Jaramillo, R., Valverde, F., y Parra, R. (2011). *Manejo de nutrientes por sitio específico en el cultivo de maíz bajo labranza de conservación para la provincia de Bolívar*. Boletín Técnico N° 150. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/455>
- Aparicio, V., Costa, J. L., Echeverría, H., y Caviglia, O. (2002). Evaluación de propiedades edáficas y crecimiento del maíz bajo diferentes sistemas de labranza en cuatro sitios del sudeste bonaerense. *RIA. Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 31(3), 55-71. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86431305>
- Bell, J. M., Smith, J. L., Bailey, V. L., y Bolton Jr., H. (2003). Priming effect and C storage in semi-arid no-till spring crop rotations. *Biology and Fertility of Soils*, 37, 237-244. <https://doi.org/10.1007/s00374-003-0587-4>
- Berry, A., y L. North. (2011). Los beneficios de la pequeña propiedad en el campo. La Línea de Fuego. <https://lalineadefuego.info/los-beneficios-de-la-pequena-propiedad-en-el-campo-por-albert-berry-y-liisa-north-2/>
- Boada, R., y Espinosa, J. (2016). Factores que limitan el potencial de rendimiento del maíz de polinización abierta en campos de pequeños productores de la Sierra de Ecuador. *Siembra*, 3(1), 67-82. <https://doi.org/10.29166/siembra.v3i1.262>
- Carrión, D., y Herrera, S. (2012). *Ecuador rural del Siglo XXI: Soberanía alimentaria, inversión pública y política agraria*. Instituto de Estudios Ecuatorianos. <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/129843-opac>
- Castilla, F. (2013). La elegida para conservar el suelo. Una decisión agronómica que combina rotación de cultivos, fertilizantes y agricultura de precisión para aumentar la producción y preservar los recursos naturales. Adoptada en forma masiva en la Argentina, es una de las claves para evitar pérdidas del suelo por erosión. *RIA. Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 39(2), 118-123. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86429344002>
- Castro, A. E. (2021). *¿Cómo llega América Latina a la inminente COP 26?* Observatorio de América Latina y el Caribe. Universidad de Belgrano. <http://repositorio.ub.edu.ar/handle/123456789/9251>
- Cates, A. M., Ruark, M. D., Hedtcke, J. L., y Posner, J. L. (2016). Long-term tillage, rotation and perennialization effects on particulate and aggregate soil organic matter. *Soil and Tillage Research*, 155, 371-380. <https://doi.org/10.1016/j.still.2015.09.008>
- Córdova, J. J., y Valverde, F. (2002). Evaluación de la erosión causada por labranza con arado y rastra en Carchi - Ecuador. En *VIII Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo*. Portoviejo. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2510>
- Crovetto, C. (2006). *No-tillage: The relationship between no tillage, crop residues, plants and soil nutrition*. Conservation Technology Information Center.
- Dabalá, L. (2009). *Guía de Siembra Directa*. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca.
- Derpsch, R., Friedrich, T., Kassam, A., y Li, H. (2010). Current status of adoption of no-till farming in the world and some of its main benefits. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 3(1), 1-25. <https://ijabe.org/index.php/ijabe/article/view/223/114>
- Drinkwater, L. E., y Snapp, S. (2007). Nutrients in agroecosystems: Rethinking the management paradigm. *Advances in Agronomy* 92, 163-186. [https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(04\)92003-2](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(04)92003-2)
- Espinosa, J., Haro, R., Moreno, J., Amores, F., y Ayala, O. (2022). Erosión del suelo en Ecuador. En J. Espinosa, J. Moreno, y G. Bernal (eds.), *Suelos del Ecuador, clasificación, uso y manejo*. Instituto Geográfico Militar [IGM]. <https://www.geoportalmgm.gob.ec/portal/index.php/estudios-geograficos/>
- Fan, J., McConkey, B. G., St. Luce, M., y Brandt, K. (2020). Rotation benefit of pulse crop with no-till increase over time in semiarid climate. *European Journal of Agronomy*, 121, 126155. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2020.126155>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO] e Intergovernmental Technical Panel on Soils [ITPS]. (2015). *Status of the World's Soil Resources (SWSR) – Main Report*. FAO e ITPS. <https://www.fao.org/documents/card/en?details=c6814873-efc3-41db-b7d3-2081a10ede50/>

- Forján, H. J., y Manso, M. L. (2013). Maíz: analizando el momento de sembrar. *AgroBarrow*, 53, 4-6. <http://hdl.handle.net/20.500.12123/3326>
- Gallagher, R. S., Stehouwer, R. C., Barrera Mosquera, V. H., Alvarado Ochoa, S. P., Escudero López, L. O., Valverde, F., Portilla, A., Webber, K., y Domínguez Andrade, J. M. (2017). Yield and nutrient removal in potato-based conservation agriculture cropping systems in the high altitude Andean region of Ecuador. *Agronomy Journal*, 109(5), 1836-1848. <https://doi.org/10.2134/AGRONJ2016.11.0635>
- Herrera, F., Velasco, C., Denen, H. E., y Radulovich, R. A. (1994). *Fundamentos de Análisis Económico: Guía para Investigación y Extensión Rural*. Informe Técnico N° 232. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza [CATIE].
- Kazula, M. J., Lauer, J. G., Y Arriaga, F. J. (2017). Crop rotation effect on selected physical and chemical properties of Wisconsin soils. *Journal of Soil and Water Conservation*, 72(6), 553. <https://doi.org/10.2489/jswc.72.6.553>
- Montesdeoca, F., Ávila, M., Quishpe, J., Borie, F., Cornejo, P., Aguilera, P., Alvarado, S., y Espinosa, J. (2020). Early changes in the transition from conventional to no-tillage in a volcanic soil cultivated with beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Chilean Journal of Agricultural & Animal Sciences*, 36(3), 181-189, 181-189. <https://revistas.udec.cl/index.php/chjaas/article/view/2980>
- Munkholm, L. J., Heck, R. J., y Deen, B. (2013). Long-term rotation and tillage effects on soil structure and crop yield. *Soil and Tillage Research*, 127, 85-91. <https://doi.org/10.1016/J.STILL.2012.02.007>
- Murillo, A., Peralta, E., Mazón, N., Rodríguez Ortega, D. G., y Pinzón, J. (2012). *INIAP 484 Centenario: Variedad de fréjol arbustivo con resistencia múltiple a enfermedades*. Boletín divulgativo N° 421. INIAP. <https://repositorio.iniap.gob.ec/jspui/handle/41000/384>
- Orellana Mora, S. J. (2022). Influencia nutricional del fréjol rojo (*Phaseolus vulgaris*) como sustituto parcial de la harina de trigo en obtención de pastas. Universidad Agraria del Ecuador.
- Plaza-Bonilla, D., Nolot, J. M., Passot, S., Raffailac, D., y Justes, E. (2016). Grain legume-based rotations managed under conventional tillage need cover crops to mitigate soil organic matter losses. *Soil and Tillage Research*, 156, 33-43. <https://doi.org/10.1016/J.STILL.2015.09.021>
- Quichimbo, P., Tenorio, G., Borja, P., Cárdenas, I., Crespo, P. y Célleri, R. (2012). Efectos sobre las propiedades físicas y químicas de los suelos por el cambio de la cobertura vegetal y uso del suelo: páramo de Quimsacocha al sur del Ecuador. *Suelos Ecuatoriales*, 42(2), 138-153. <https://sccsuelos.org/revista/>
- Valdivia Lorente, M. U., y Valle Trujillo, S. A. (2017). Producción de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo tres sistemas de labranza y tres métodos de control de malezas y su evaluación económica. Universidad Nacional Agraria. <https://repositorio.una.edu.ni/1676/>
- Winters, P., Espinosa, P., y Crissman, Ch. C. (1998). *Manejo de los recursos en los andes ecuatorianos: Revisión de literatura y evaluación del Proyecto Manejo del Uso Sostenible de Tierras Andinas (PROMUSTA) de CARE*. Centro Internacional de la Papa. https://digitalrepository.unm.edu/abya_yala/345/
- Wonnacott, P., y Wonnacott, R. (1992). *Economía*. Editorial McGraw-Hill.
- Yanez, C., Zambrano, J. L., y Caicedo, M. (2013). *Guía de producción de maíz para pequeños agricultores y agricultoras*. Guía N° 96. INIAP. <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2435/1/iniapscg96.pdf>

Anexos


Anexo 1. Costos de producción y beneficio económico del cultivo de fréjol, INIAP-Centenario, bajo siembra directa. Tumbaco, Pichincha, Ecuador. 2023.

Annex 1. Production costs and economic benefits of bean crop, INIAP-Centenario, under no-till farming. Tumbaco, Pichincha, Ecuador. 2023.

	UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR					
	FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS					
	Formulario de Análisis de Rentabilidad					
	Cultivo: Fréjol, para grano seco			Sistema de labranza: SD		
	Variedad: INIAP-484-Centenario			Fecha de siembra:		
	Tamaño de la parcela: 1.000 m ²			Ciclo: quinto		
Concepto	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (USD)	Costo (parcela ⁻¹)	Subtotal (USD ha ⁻¹)	%
1. Preparación del suelo				9,73	97,32	4,71
Corte de malezas	Jornal	0,1	20	2	20	
Herbicida (Glifosato)	L	0,4	9,33	3,73	37,32	
Aplicación herbicida	Jornal	0,2	20	4	40	
2. Siembra				69,7	697	33,72
Mano de obra	Jornal	2	20	40	400	
Semilla	kg	9	3,3	29,7	297	
3. Fertilización				47,46	474,55	22,96
Sulfato de amonio	kg	10,5	0,71	7,46	74,55	
Aplicación de fertilizante	Jornal	2	20	40	400	
4. Labores culturales				7	70	3,39
Deshierba	Jornal	0,15	20	3	30	
Riego de agua	Jornal	0,2	20	4	40	
5. Control de plagas				14,79	147,88	7,15
Benomil (desinfección sem)	g	0,04	50	2	20	
Clorotalonil	L	0,1	25	2,5	25	
Profenofos (Curacron)	L	0,01	28,8	0,29	2,88	
Aplicación de pesticidas	Jornal	0,5	20	10	100	
6. Cosecha y beneficio				33,2	332	16,06
Saquillos	Saco	27	0,1	2,7	27	
Cosecha	Jornal	0,5	20	10	100	
Trillado	Jornal	0,4	20	8	80	
Secado	Jornal	0,1	20	2	20	
Empacado	Jornal	0,4	20	8	80	
Transporte	Flete	1	2,5	2,5	25	
7. Recursos naturales				15	150	7,26
Uso del suelo y del agua				15	150	
Subtotal				196,88	1968,75	
8. Interés por el capital invertido				9,84	98,44	4,76
Interés 5 %				9,84	98,4375	
Total costos				206,72	2067,19	100
Análisis de rendimiento y beneficio						
Total de costos (USD ha ⁻¹)		2067,19	Ingreso total (USD ha ⁻¹)		1820,41	
Rendimiento (kg ha ⁻¹)		1264,17	Utilidad neta (USD ha ⁻¹)		-246,78	
Precio (USD kg ⁻¹)		1,44	R B/C		0,88	

Anexo 2. Costos de producción y beneficio económico del cultivo de fréjol, INIAP-Centenario, bajo labranza convencional. Tumbaco, Pichincha, Ecuador. 2023.

Annex 2. Production costs and economic benefits of the bean crop, INIAP-Centenario, under conventional tillage. Tumbaco, Pichincha, Ecuador. 2023.


	UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR	
	FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS	
	Formulario de Análisis de Rentabilidad	
	Cultivo: Fréjol, para grano seco	Sistema de labranza: LC
	Variedad: INIAP-484-Centenario	Fecha de siembra:
Tamaño de la parcela: 1.000 m ²	Ciclo: quinto	

Concepto	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (USD)	Costo (parcela ⁻¹)	Subtotal (USD ha ⁻¹)	%
1. Preparación del suelo				8,00	80,00	3,75
Corte de malezas	Jornal	0,3	20	6	60	
Aplicación herbicida	Jornal	0,1	20	2	20	
2. Siembra				39,79	397,90	18,63
Mano de obra	Jornal	0,5	20	10	100	
Semilla	kg	9	3,3	29,79	297,9	
3. Fertilización				27,46	274,55	12,85
Sulfato de amonio	kg	10,5	0,71	7,46	74,55	
Aplicación de fertilizante	Jornal	1	20	20	200	
4. Labores culturales				64	640	29,96
Deshierba (2)	Jornal	2	20	40,00	400	
Aporque	Jornal	1	20	20,00	200	
Riego de agua	Jornal	0,2	20	4	40	
5. Control de plagas				12,79	127,88	5,99
Benomil (desinfección sem)	g	0,04	50	2	20	
Clorotalonil	L	0,1	25	2,5	25	
Profenofos (Curacron)	L	0,01	28,8	0,29	2,88	
Aplicación de pesticidas	Jornal	0,4	20	8	80	
6. Cosecha y beneficio				36,40	364,00	17,04
Saquillos	Saco	59	0,1	5,90	59	
Cosecha	Jornal	0,5	20	10	100	
Trillado	Jornal	0,4	20	8	80	
Secado	Jornal	0,1	20	2	20	
Empacado	Jornal	0,4	20	8	80	
Transporte	Flete	1	2,5	2,50	25	
7. Recursos naturales				15	150	7,02
Uso del suelo y del agua				15	150	
Subtotal				203,43	2034,33	
8. Interés por el capital invertido				10,17	101,72	4,76
Interés 5 %				10,17	101,72	
Total costos				213,60	2136,05	100
Análisis de rendimiento y beneficio						
Total de costos (USD ha ⁻¹)		2136,05	Ingreso total (USD ha ⁻¹)		3864,37	
Rendimiento (kg ha ⁻¹)		2683,59	Utilidad neta (USD ha ⁻¹)		1728,32	
Precio (USD kg ⁻¹)		1,44	R B/C		1,81	

Anexo 3. Costos de producción y beneficio económico del cultivo de maíz-choclo, INIAP-Chaucho Mejorado, bajo siembra directa. Tumbaco, Pichincha, Ecuador. 2023.

Annex 3. Production costs and economic benefits of sweet corn on ear;


INIAP-Chaucho Mejorado, under no-tillage farming, Tumbaco, Pichincha, Ecuador. Tumbaco, Pichincha, Ecuador. 2023.

	UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR	
	FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS	
	Formulario de Análisis de Rentabilidad	
	Cultivo: Maíz, para choclo	Sistema de labranza: SD
	Variedad: INIAP-Chaucho Mejorado	Fecha de siembra:
	Tamaño de la parcela: 1.000 m ²	Ciclo: cuarto

Concepto	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (USD)	Costo (parcela ⁻¹)	Subtotal (USD ha ⁻¹)	%
1. Preparación del suelo				7,73	77,32	4,18
Corte de malezas	Jornal	0,1	20	2	20	
Herbicida (Glifosato)	L	0,4	9,33	3,73	37,32	
Aplicación herbicida	Jornal	0,1	20	2	20	
2. Siembra				65,50	675	36,46
Mano de obra	Jornal	3	20	60	600	
Semilla	kg	5	1,5	7,50	75	
3. Fertilización				27,46	274,55	14,83
Sulfato de amonio	kg	10,5	0,71	7,46	74,55	
Aplicación de fertilizante	Jornal	1	20	20	200	
4. Labores culturales				4	40,00	2,16
Deshierba	Jornal	0,1	20	2	20	
Riego de agua	Jornal	0,1	20	2	20	
5. Control de plagas				13,19	131,88	7,12
Benomil (desinf sem)	g	0,04	50	2	20	
Clorotalonil	L	0,1	25	2,5	25	
Profenofos (Curacron)	L	0,01	28,8	0,29	2,88	
Aceite comestible	L	0,2	2	0,4	4	
Aplicación de pesticidas	Jornal	0,4	20	8	100	
6. Cosecha y beneficio				40,00	404,00	21,82
Saquillos	Saco	79	0,1	7,90	79	
Cosecha	Jornal	1	20	20	200	
Empacado	Jornal	0,5	20	10	100	
Transporte	Flete	1	2,5	2,5	25	
7. Recursos naturales				15	150	8,10
Uso del suelo y del agua				15	150	
Subtotal				175,28	1752,75	
8. Interés por el capital invertido				9,84	98,44	5,32
Interés 5 %				9,84	98,44	
Total costos				185,12	1851,19	100
Análisis de rendimiento y beneficio						
Total de costos (USD ha ⁻¹)		1851,19		Ingreso choclo (USD ha ⁻¹)		5166,31
Rendimiento choclo (kg ha ⁻¹)		39740,86		Ingreso tallos (USD ha ⁻¹)		535,71
Rendimiento tallos (tallos ha ⁻¹)		17857		Ingreso total (USD ha ⁻¹)		5702,02
Precio choclo (USD kg ⁻¹)		0,13		Utilidad neta (USD ha ⁻¹)		3850,83
Precio tallos (USD tallo ⁻¹)		0,03		R B/C		3,08

Anexo 4. Costos de producción y beneficio económico del cultivo de maíz-grano seco, INIAP- Chaucho Mejorado, bajo labranza convencional. Tumbaco, Pichincha, Ecuador. 2023.


Annex 4. Production costs and economic benefits of the dry corn-grain, INIAP-Cha Chaucho Mejorado, under conventional tillage. Tumbaco, Pichincha, Ecuador. 2023.

	UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR	
	FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS	
	Formulario de Análisis de Rentabilidad	
	Cultivo: Maíz, para choclo	Sistema de labranza: LC
	Variedad: INIAP-Chaucho Mejorado	Fecha de siembra:
	Tamaño de la parcela: 1.000 m ²	Ciclo: cuarto

Concepto	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (USD)	Costo (parcela ⁻¹)	Subtotal (USD ha ⁻¹)	%
1. Preparación del suelo				16,00	160,00	7,59
Tractorada	Hora	0,3	20	6	60	
Sacudida	Jornal	0,5	20	10	100	
2. Siembra				27,50	275,00	13,05
Mano de obra	Jornal	1	20	20	200	
Semilla	kg	5	1,5	7,50	75	
3. Fertilización				9,46	94,55	4,49
Sulfato de amonio	kg	10,5	0,71	7,46	74,55	
Aplicación de fertilizante	Jornal	0,1	20	2	20	
4. Labores culturales				82,00	820,00	38,90
Deshierba	Jornal	3	20	60	600	
Aporque	Jornal	1	20	20	200	
Riego de agua	Jornal	0,1	20	2	20	
5. Control de plagas				13,19	131,88	6,26
Benomil (desinf sem)	g	0,04	50	2	20	
Clorotalonil	L	0,1	25	2,5	25	
Profenofos (Curacron)	L	0,01	28,8	0,29	2,88	
Aceite comestible	L	0,2	2	0,4	4	
Aplicación de pesticidas	Jornal	0,4	20	8	80	
6. Cosecha y beneficio				37,60	376,00	17,84
Saquillos	Saco	51	0,1	5,10	51	
Cosecha	Jornal	1	20	20	200	
Empacado	Jornal	0,5	20	10	100	
Transporte	Flete	1	2,5	2,5	25	
7. Recursos naturales				15	150	7,12
Uso del suelo y del agua				15	150	
Subtotal				200,74	2007,43	
8. Interés por el capital invertido				10,04	100,37	4,76
Interés 5 %				10,04	100,37	
Total costos				210,78	2107,80	100,00
Análisis de rendimiento y beneficio						
Total de costos (USD ha ⁻¹)		2107,80		Ingreso choclo (USD ha ⁻¹)		3277,27
Rendimiento choclo (kg ha ⁻¹)		25209,79		Ingreso tallos (USD ha ⁻¹)		1071,42
Rendimiento tallos (tallos ha ⁻¹)		35714		Ingreso total (USD ha ⁻¹)		4348,69
Precio choclo (USD kg ⁻¹)		0,13		Utilidad neta (USD ha ⁻¹)		2240,89
Precio tallos (USD tallo ⁻¹)		0,03		R B/C		2,06


Anexo 5. Costos de producción y beneficio económico del cultivo de maíz-grano seco, INIAP-Chaucho Mejorado, bajo siembra directa. Tumbaco, Pichincha, Ecuador. 2023.

Annex 5. Production costs and economic benefits of the dry corn-grain, INIAP-Chaucho Mejorado, under no-tillage system, Tumbaco, Pichincha, Ecuador. Tumbaco, Pichincha, Ecuador. 2023.

	UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR					
	FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS					
	Formulario de Análisis de Rentabilidad					
	Cultivo: Maíz, para choclo			Sistema de labranza: SD		
	Variedad: INIAP-Chaucho Mejorado			Fecha de siembra:		
Tamaño de la parcela: 1.000 m ²			Ciclo: cuarto			
Concepto	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (USD)	Costo (parcela ⁻¹)	Subtotal (USD ha ⁻¹)	%
1. Preparación del suelo				7,73	77,32	3,92
Corte de malezas	Jornal	0,1	20	2	20	
Herbicida (Glifosato)	L	0,4	9,33	3,73	37,32	
Aplicación herbicida	Jornal	0,1	20	2	20	
2. Siembra				67,50	675	34,24
Mano de obra	Jornal	3	20	60	600	
Semilla	kg	5	1,5	7,50	75	
3. Fertilización				27,46	274,55	13,93
Sulfato de amonio	kg	10,5	0,71	7,46	74,55	
Aplicación de fertilizante	Jornal	1	20	20	200	
4. Labores culturales				4	40,00	2,03
Deshierba	Jornal	0,1	20	2	20	
Riego de agua	Jornal	0,1	20	2	20	
5. Control de plagas				13,19	131,88	6,69
Benomil (desinf sem)	g	0,04	50	2	20	
Clorotalonil	L	0,1	25	2,5	25	
Profenofos (Curacron)	L	0,01	28,8	0,29	2,88	
Aceite comestible	L	0,2	2	0,4	4	
Aplicación de pesticidas	Jornal	0,4	20	8	80	
6. Cosecha y beneficio				52,40	524,00	26,58
Sacos	Saco	79	0,1	7,90	79	
Cosecha	Jornal	1	20	20	200	
Trilla	Jornal	0,5	20	10	100	
Secado	Jornal	0,1	20	2	20	
Empacado	Jornal	0,5	20	10	100	
Transporte	Flete	1	2,5	2,5	25	
7. Recursos naturales				15	150	7,61
Uso del suelo y del agua				15	150	
Subtotal				187,28	1872,75	
8. Interés por el capital invertido				9,84	98,44	4,99
Interés 5 %				9,84	98,44	
Total costos				197,12	1971,19	100
Análisis de rendimiento y beneficio						
Total de costos (USD ha ⁻¹)		1971,19	Ingreso (USD ha ⁻¹)		2434,30	
Rendimiento (kg ha ⁻¹)		3042,88	Utilidad (USD ha ⁻¹)		463,11	
Precio (USD kg ⁻¹)		0,80	R B/C		1,23	

Anexo 6. Costos de producción y beneficio económico del cultivo de maíz-grano seco, INIAP- Chaucho Mejorado, bajo labranza convencional. Tumbaco, Pichincha, Ecuador. 2023.

Annex 6. Production costs and economic benefits of dry corn, INIAP- Chaucho Mejorado, under conventional tillage. Tumbaco, Pichincha, Ecuador. 2023

		UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR				
		FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS				
Formulario de Análisis de Rentabilidad						
Cultivo: Maíz, para choclo			Sistema de labranza: LC			
Variedad: INIAP-Chaucho Mejorado			Fecha de siembra:			
Tamaño de la parcela: 1.000 m ²			Ciclo: cuarto			
Concepto	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (USD)	Costo (parcela ⁻¹)	Subtotal (USD ha ⁻¹)	%
1. Preparación del suelo				16,00	160,00	7,16
Tractorada	Hora	0,3	20	6	60	
Sacudida	Jornal	0,5	20	10	100	
2. Siembra				27,50	275,00	12,31
Mano de obra	Jornal	1	20	20	200	
Semilla	kg	5	1,5	7,50	75	
3. Fertilización				9,46	94,55	4,23
Sulfato de amonio	kg	10,5	0,71	7,46	74,55	
Aplicación de fertilizante	Jornal	0,1	20	2	20	
4. Labores culturales				82,00	820,00	36,71
Deshierbas (3)	Jornal	3	20	60	600	
Aporque	Jornal	1	20	20	200	
Riego de agua	Jornal	0,1	20	2	20	
5. Control de plagas				13,19	131,88	5,90
Benomil (desinf sem)	g	0,04	50	2	20	
Clorotalonil	L	0,1	25	2,5	25	
Profenofos (Curacron)	L	0,01	28,8	0,29	2,88	
Aceite comestible	L	0,2	2	0,4	4	
Aplicación de pesticidas	Jornal	0,4	20	8	80	
6. Cosecha y beneficio				49,60	496,00	22,20
Sacos	Saco	51	0,1	5,10	51	
Cosecha	Jornal	1	20	20	200	
Trilla	Jornal	0,5	20	10	100	
Secado	Jornal	0,1	20	2	20	
Empacado	Jornal	0,5	20	10	100	
Transporte	Flete	1	2,5	2,5	25	
7. Recursos naturales				15	150	6,72
Uso del suelo y del agua				15	150	
Subtotal				212,74	2127,43	
8. Interés por el capital invertido				10,64	106,37	4,76
Interés 5 %				10,04	100,37	
Total costos				223,38	2233,80	100,00
Análisis de rendimiento y beneficio						
Total de costos (USD ha ⁻¹)		2233,80	Ingreso (USD ha ⁻¹)		1560,01	
Rendimiento (kg ha ⁻¹)		1950,01	Utilidad (USD ha ⁻¹)		-673,79	
Precio (USD kg ⁻¹)		0,80	R B/C	0,70	1,23	