

EVALUACION DE SISTEMAS DE LABRANZA DE CONSERVACION DEL SUELO Y FERTILIZACION CON FOSFORO EN MAIZ, AL TERCER AÑO DE ESTUDIO

Franklin Valverde¹, Mario Ramos¹, Rafael Parra¹

INIAP Sta. Catalina, Departamento de Manejos de Suelos y Aguas, Quito - Ecuador

INTRODUCCION

La erosión del suelo está entre las principales causas de la disminución de la productividad agrícola en los países en vías de desarrollo. La misma que es causada por el agua, viento y la inducida por el hombre, en esta última tenemos la erosión por labranza, que en algunos casos, dependiendo de las condiciones de clima, suelo, pendiente, implemento de labranza, etc., llega a ser mayor que la erosión hídrica.

Antes de que el hombre primitivo se transformara de nómada en sedentario como resultado de sus incursiones en el campo de la agricultura, la Madre Naturaleza actuaba y aún actúa como agricultor de labranza - cero. Basada en los tres ingredientes principales (suelo, humedad y luz solar), la naturaleza cubre la tierra de vegetación sin necesidad de labranza alguna. La producción de cultivos sin labranza tiene unos 7000 años, o sea es tan antigua como la agricultura (Violic, 1983).

El arado es sin duda alguna, una de las herramientas más antiguas aún en funcionamiento. Es fácil entender que el grado de deterioro que han sufrido los suelos en todo el mundo, es ocasionado por un inadecuado manejo y uso de herramientas agrícolas, las cuales deberían estar más involucradas en los procesos de conservación y mejoramiento de los suelos (Crowwetto, 1992).

Un eficiente manejo de los rastrojos en cero labranza permite reintegrar al suelo aproximadamente un 50 % del peso total de la sementera y lo que es más importante aún el alto volumen que esto representa cubrirá uniformemente toda la superficie. Esto significa que los mismos cultivos restituyen al suelo gran parte de los nutrientes extraídos (provenientes del suelo y los fertilizantes), especialmente P y K, además de proteger al suelo contra la erosión, como también contribuir a la economía de agua del perfil (Crowwetto, 1992).

En cero labranza este planteamiento es verdaderamente interesante y crucial en el manejo de los rastrojos sobre el suelo y su positiva acción en la microbiología y fertilidad de este (Crowwetto, 1992). Así mismo, la implementación de sistemas de labranza mínima (LM), es una alternativa tecnológica que controla la erosión y contribuye a la realización de una agricultura sostenible donde las condiciones así lo permitan (Gil, 1991).

Sembrar en un suelo sin más labranza previa que un corte del cultivo presente, capaz que permita enterrar suficientemente la semilla y el fertilizante, puede mencionarse hasta el momento, como el menor perturbador del suelo (Crowwetto, 1992).

Como alternativa para la preparación del suelo y el control mecánico de la maleza, el sistema de cero labranza presenta ventajas significativas en ahorro de tiempo y energía, además de reducir a un mínimo la erosión del suelo (Sims, 1984).

Las características de la agricultura existente, el tipo de tenencia de la tierra, las dificultades topográficas, tecnológicas, culturales y económicas hacen que prevalezca un manejo de tierras en base de implementos y equipos de accionamiento manual y de tracción animal (Maezono, 1986).

En el Ecuador y otros países andinos con características similares, aún es muy común el uso de la tracción animal, debido a la topografía irregular, diferentes tipos de suelo, y tenencia de la tierra que en gran proporción está en manos de pequeños propietarios, que se caracterizan por trabajar en pendientes pronunciadas sin considerar aspectos de conservación, esto lleva a los suelos a un deterioro acelerado que requiere de acciones urgentes, tendientes a mantener, recuperar y mejorar los recursos naturales suelo y agua; especialmente para aquellas áreas que no son aptas para la mecanización.

El objetivo general planteado para esta investigación es probar, adaptar, generar e implementar tecnologías apropiadas sobre sistemas de labranza de conservación para el cultivo de maíz, que permitan la conservación de los recursos suelo y agua, tendientes a una agricultura sostenible en el tiempo. Así como, evaluar el efecto de los sistemas de labranza incluidos en el estudio, sobre las características físicas y químicas del suelo y la incidencia de malezas, plagas y enfermedades en maíz.

MATERIALES Y METODOS

La presente investigación se inicio en el ciclo agrícola 1999 - 2000, en suelos de ladera con problemas serios de erosión. Los ensayos están ubicados, en la provincia Pichincha, cantón Mejía, parroquia Cutuglagua, Estación Experimental Santa Catalina (EESC) - INIAP, a 2750 msnm y en la provincia Bolívar, cantón Chimbo, granja del Instituto Tecnológico Superior Agropecuario (ITSA) “3 de Marzo”, ubicado a 2600 msnm.

En Santa Catalina se sembró maíz de la variedad INIAP-122 "Chaucho mejorado" a 0.80 m de distancia entre surcos y 0.50 m entre plantas, dos plantas por sitio; en el ITSA se sembró la variedad INIAP-121 "Guagal mejorado"; la distancia de siembra fue a 0.90 m entre surcos y 0.50 m entre sitios, dos plantas por sitio. Se realizó una fertilización general a todo el ensayo con 120 - 30 - 30 kg/ha de N - K₂O y S, respectivamente. El nitrógeno se fraccionó para tres aplicaciones: siembra, deshierba y medio aporque; el fósforo (según los tratamientos), potasio y azufre se aplicaron a la siembra.

En las parcelas de labranza convencional y labranza mínima se aplicó a chorro continuo al fondo del surco, luego se cubrió el fertilizante con una capa delgada de suelo y se sembró; en las parcelas de cero labranza, el fertilizante se aplicó al fondo del hoyo y luego en la parte superior se sembró. El tamaño de la parcela grande fue de 300 m² y la parcela pequeña de 100 m².

A.- Factores en estudio

Sistemas de labranza

Labranza convencional (LC), preparación del suelo y surcado con tractor, fertilización y siembra; deshierba y aporque con azadón.

Labranza mínima (LM), aplicación de herbicida con 2 semanas de anticipación a la siembra, surcado superficial con tractor utilizando tiller, fertilización y siembra. Control de malezas durante el ciclo del cultivo, entre las hileras con herbicida utilizando pantalla; las malezas que se encuentran en la línea de siembra se eliminaron manualmente y con hoz.

Cero labranza (CL), aplicación de herbicida con 2 semanas de anticipación a la siembra y luego, siembra directa con espeque. Control de malezas durante el ciclo del cultivo, entre las hileras con herbicida utilizando pantalla; las malezas de la línea de siembra se eliminaron manualmente y con hoz.

Niveles de fósforo

0 kg de P₂O₅/ha (P1)

50 kg de P₂O₅/ha (P2)

100 kg de P₂O₅/ha (P3)

B.- Tratamientos

El diseño de tratamientos fue un factorial 3x3 para los factores principales, sistemas de labranza y niveles de fósforo (Cuadro 1); bajo un diseño experimental de parcela dividida, en la cual la parcela grande corresponde al factor labranza y las parcelas pequeñas a los niveles de fósforo, con tres repeticiones.

Cuadro 1. Tratamientos para sistemas de labranza y niveles de fósforo, evaluados en la EE. Santa Catalina, INIAP y Chimbo - ITSA. 2002.

Tratamiento (No.)	Sistemas de labranza	Fertilización con fósforo
1	Labranza convencional	P1
2	Labranza convencional	P2
3	Labranza convencional	P3
4	Labranza mínima	P1
5	Labranza mínima	P2
6	Labranza mínima	P3
7	Cero labranza	P1
8	Cero labranza	P2
9	Cero labranza	P3

RESULTADOS Y DISCUSION

Altura de plantas

El análisis de varianza (Cuadro 2) para altura de plantas en la localidad de Chimbo-ITSA, determina que no existen diferencias significativas para sistemas de labranza de conservación y su interacción con niveles de fertilización fosforada; detectándose diferencias significativas al 1% para niveles de fósforo aplicados al suelo; esto, en las dos evaluaciones realizadas durante el cultivo. La respuesta presentada en esta localidad se debe a que el contenido de fósforo en el suelo es bajo, existiendo una buena correlación con el análisis de suelo.

En la localidad de la Estación Experimental Santa Catalina en la cual el contenido de fósforo es alto, no se detectó ninguna diferencia en altura de plantas entre los sistemas de labranza de conservación, niveles de fósforo y su interacción entre sistemas de labranza y niveles de P.

En las Figuras 1 y 2 se observa el efecto de los niveles de fósforo aplicados al suelo, al inicio la respuesta es lineal y a la floración la respuesta es cuadrática en la cual la mayor diferencia se presenta entre cero y los dos niveles de fósforo, al comparar los niveles de 50 y 100 kg/ha de P_2O_5 la altura de plantas es similar no existiendo diferencias estadísticas. El comportamiento de altura de plantas es observado en el rendimiento de grano por lo cual se establece que existe una alta correlación entre altura de plantas y rendimiento de grano.

Cuadro 2. Análisis de varianza para altura de plantas a los 40 días y a la floración para la localidad de Chimbo – ITSA. 2002.

F. de V.	G. de L.	Cuadrados medios para altura de plantas	
		A los cuarenta días	Cinco meses (floración)
Subparcelas	26		
Parcela principal	8		
Bloques	2	3.255	803.704
Sistemas de labranza	2	93.564 NS	236.037 NS
Error (a)	4	15.453	3933.426
Niveles de fósforo	2	492.379 **	11648.481 **
Labranza x fósforo	4	1.157 NS	680.204 NS
Error (b)	12	8.511	877.074
C. de V. (%)		6.35	8.76

C.V.= coeficiente de variación

NS= no significativo

** = significativo al 1%

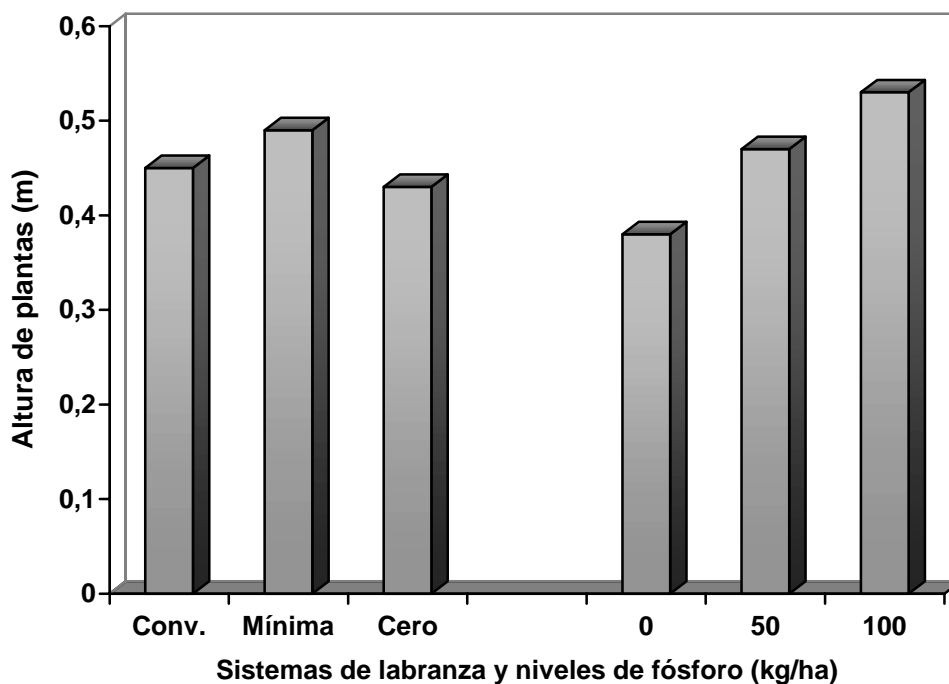


Figura 1. Efecto de los sistemas de labranza y niveles de fósforo sobre altura de plantas a los 40 días de edad del maíz variedad INIAP-121 (Guagal Mejorado). Chimbo-ITSA. 2002.

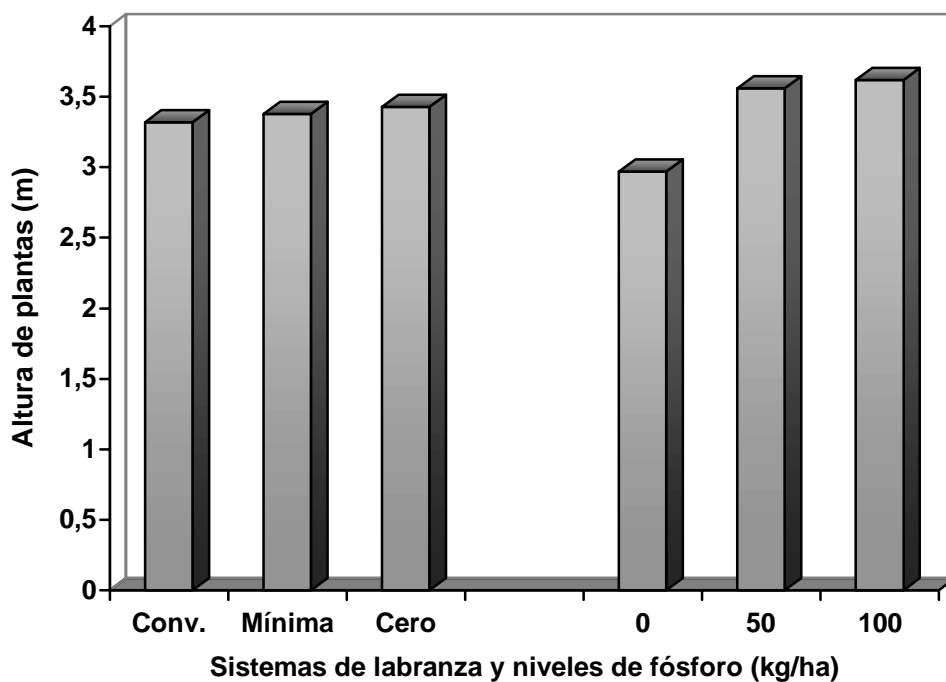


Figura 2. Efecto de los sistemas de labranza y niveles de fósforo sobre altura de plantas a la floración (cinco meses) de maíz variedad INIAP-121 (Guagal Mejorado). Chimbo-ITSA. 2002.

Porcentaje de acame

En la localidad de Chimbo (Cuadro 3) se observa diferencias significativas al 5% para niveles de fósforo, perteneciendo el valor más alto de acame (11.49%) al nivel cero de fósforo y el porcentaje menor de acame (5.36%) al nivel con 100 kg/ha de P₂O₅ (Figura 3); lo que demuestra una mayor resistencia del maíz al acame cuando se realizan aplicaciones de fósforo al suelo, siempre que la cantidad disponible en el suelo sea baja; posiblemente porque las aplicaciones de fósforo mejoran el crecimiento del sistema radicular y por lo tanto existe una mayor resistencia al efecto del viento, reduciendo el acame del maíz.

Cuadro 3. Análisis de varianza para porcentaje de acame de plantas de maíz para las dos localidades, ITSA y EESC – INIAP, 2002.

F. de V.	G. de L.	Cuadrados medios para porcentaje de acame	
		Chimbo ITSA	Santa Catalina INIAP
Subparcelas	26		
Parcela principal	8		
Bloques	2	14.784	53.00
Sistemas de labranza	2	15.835 NS	86.89 NS
Error (a)	4	21.833	49.587
Niveles de fósforo	2	87.833 *	254.681 NS
Labranza x fósforo	4	20.943 NS	15.343 NS
Error (b)	12	13.424	22.787
C. de V. (%)		45.34	34.59

C.V.= coeficiente de variación

NS= no significativo

* = significativo al 5%

En la localidad de la EE Santa Catalina no se detectó ningún efecto de los sistemas de labranza y niveles de fósforo sobre el % de acame de las plantas de maíz; por lo cual se concluye que el fósforo reduce el acame en suelos deficientes en este elemento y que los sistemas de labranza no inciden en el porcentaje de acame, confirmando de esta manera que los sistemas de labranza de conservación de suelos Cero y Mínima, no requieren del aporte para evitar el acame de las plantas de maíz, como normalmente los agricultores lo vienen mencionando como un problema serio para la adopción de estos sistemas de labranza de conservación.

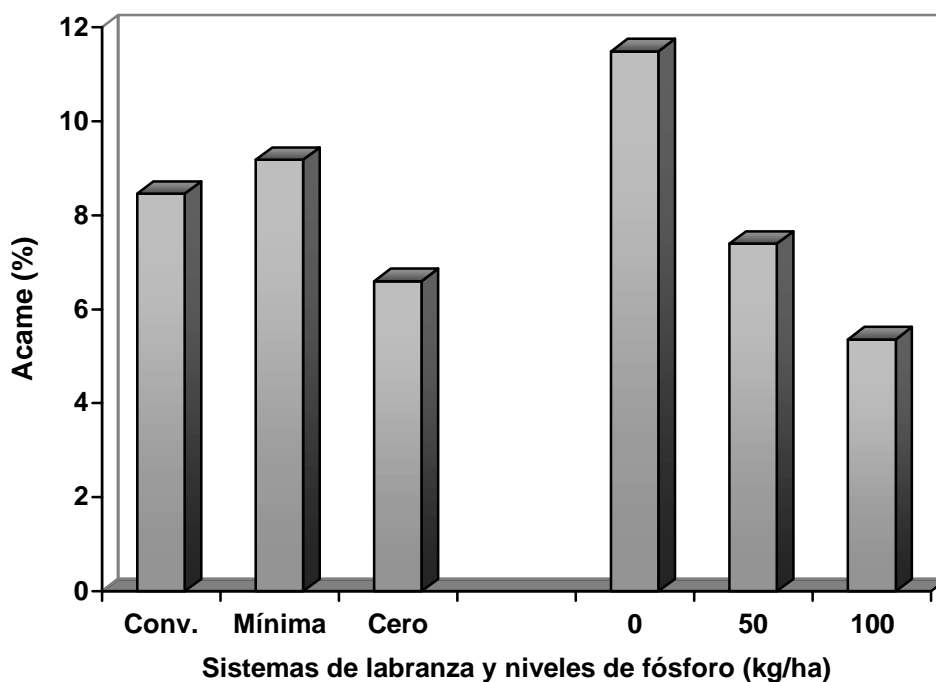


Figura 3. Efecto de los sistemas de labranza y niveles de fósforo sobre el porcentaje de acame a la cosecha de maíz variedad INIAP-121 (Guagal Mejorado). Chimbo-ITSA. 2002.

Incidencia de malezas

La incidencia de malezas en las parcelas grandes de sistemas de labranza ha sido modificada por la forma de control de éstas; así, en labranza convencional en la cual no se aplicó herbicida y el control de malezas se realizó manualmente con azadón, hay una gran variedad de malezas entre hoja ancha y hoja angosta (gramíneas); mientras que, en cero labranza y labranza mínima donde el control de malezas se realizó básicamente con aplicación de herbicida y complementado con deshierba manual con hoz, predominan malezas de la familia de las gramíneas.

En relación con incidencia y severidad de malezas presentes en los cultivos de maíz en las dos localidades se ha observado una reducción considerable en relación a los ciclos anteriores, existiendo menor presencia de malezas en los sistemas de labranza Cero y Mínima, debido a la cantidad de residuos de rastrojo de maíz que se van acumulando en la superficie del suelo, los que reducen la emergencia de malezas.

Rendimiento de grano

En la localidad Chimbo-ITSA (Cuadro 4), se observa que los resultados del análisis de varianza realizado para rendimiento de grano presentan diferencias significativas al 1% para niveles de fósforo; mientras que los sistemas de labranza de conservación del suelo y su interacción con niveles de fósforo no presentan ninguna diferencia significativa.

En la Figura 4 se aprecia la respuesta del maíz a la aplicación de niveles de fósforo; con cero de fósforo el rendimiento fue de 3.48 t/ha, con 50 kg/ha de P_2O_5 se obtuvo 4.07 t/ha y con 100 kg/ha de P_2O_5 el rendimiento fue de 4.11 t/ha; observándose una tenencia de tipo cuadrático, el mayor incremento en el rendimiento se obtuvo con el nivel de 50 kg/ha de fósforo, siendo el que se recomendaría para los tres sistemas de labranza, considerando que no existe interacción entre los sistemas de labranza y niveles de fósforo.

El sistema de labranza que dio el mayor rendimiento de maíz fue labranza convencional con 4.13 t/ha, seguido por labranza cero con 3.75 t/ha y labranza mínima con 3.74 t/ha, estadísticamente estos rendimientos son iguales.

Cuadro 4. Análisis de varianza para rendimiento de grano de maíz al 14% de humedad para las dos localidades, Chimbo-ITSA y EESC – INIAP, 2002.

F. de V.	G. de L.	Cuadrados medios para rendimiento de grano	
		Chimbo ITSA	Santa Catalina INIAP
Subparcelas	26		
Parcela principal	8		
Bloques	2	0.609	0.012
Sistemas de labranza	2	0.442 NS	0.436 NS
Error (a)	4	0.266	1.692
Niveles de fósforo	2	1.094 **	0.197 NS
Labranza x fósforo	4	0.350 NS	0.162 NS
Error (b)	12	0.152	0.142
C. de V. (%)		10.06	6.31

C.V.= coeficiente de variación

NS= no significativo

** = significativo al 1%

El análisis de varianza para rendimiento de grano realizado para la localidad Santa Catalina (Cuadro 4), no presenta diferencias estadísticas significativas al 5% para los sistemas de labranza, niveles de fósforo y su interacción; por lo tanto, los rendimientos obtenidos son similares entre los sistemas de labranza convencional y aquellos propuestos (labranza mínima y cero labranza) para conservar el recurso suelo y agua (Figura 5). Con labranza de conservación del suelo se controla la erosión causada por las labores de preparación del suelo y las posteriores de deshierba y aporque, con las cuales existe remoción del suelo, quedando expuesto a la erosión por acción del viento y la lluvia. En esta localidad el coeficiente de variación es bajo, lo que hace confiable los resultados obtenidos en la investigación.

En la Figura 5 se observa que el rendimiento de maíz presenta un ligero incremento en el tercer año, por efecto de los niveles de fósforo aplicado. Esta baja respuesta al fósforo se debe a que el contenido inicial de fósforo fue alto, según el método de Olsen modificado.

En Santa Catalina los sistemas de labranza que dieron los mayores rendimientos de maíz fueron labranza convencional con 6.10 t/ha, cero labranza con 5.98 t/ha y labranza mínima con 5.75 t/ha. Estadísticamente estos rendimientos son iguales.

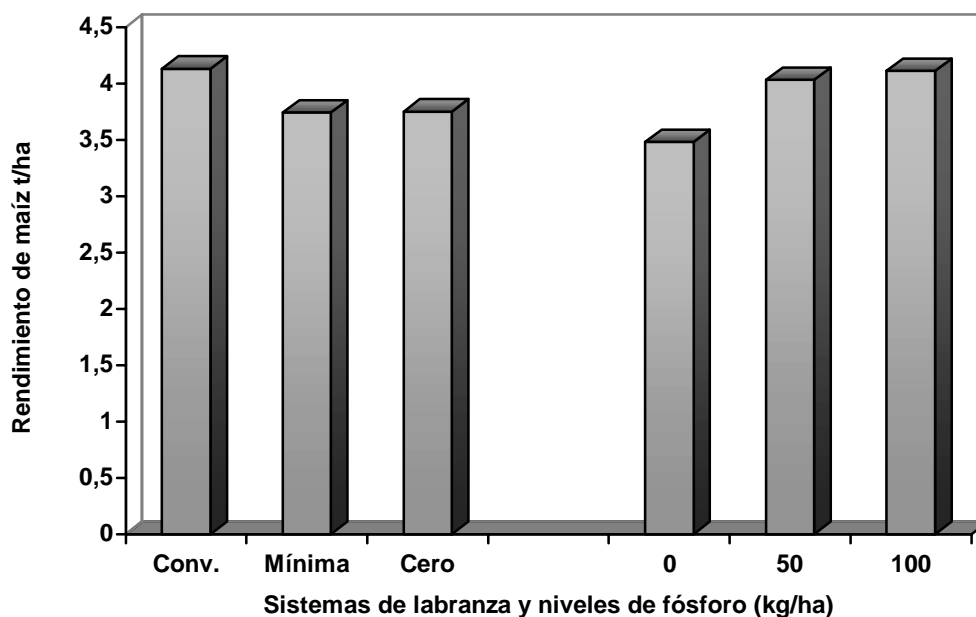


Figura 4. Efecto de los sistemas de labranza y niveles de fósforo sobre el rendimiento de maíz variedad INIAP-121 (Guagal Mejorado). Chimbo-ITSA. 2002.

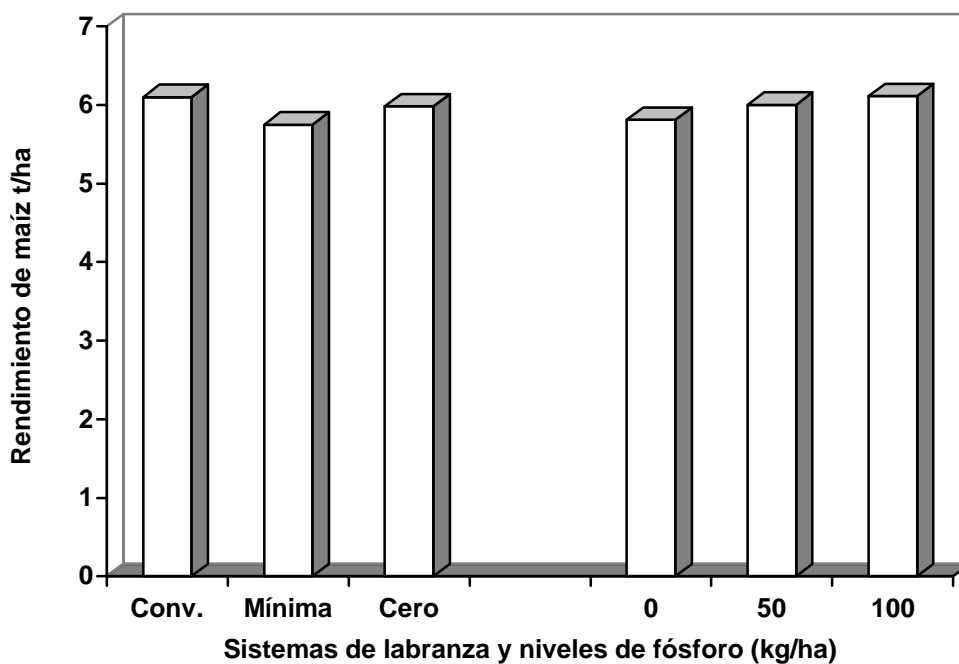


Figura 5. Efecto de los sistemas de labranza y niveles de fósforo sobre el rendimiento de maíz INIAP-122 (Chaucho mejorado). EESC - INIAP. 2002.

Características químicas del suelo

En Chimbo el pH del suelo no presentó variaciones por la aplicación de niveles de fósforo ni por efecto de los sistemas de labranza y este fluctuó entre 5.8 y 6.0. De la misma manera, el nitrógeno amoniacal, potasio, calcio y magnesio no presentaron diferencias estadísticas significativas.

Contenido de P en el suelo

Al final del tercer ciclo del cultivo de maíz, el contenido de fósforo en las dos localidades se incrementó por la aplicación continua de este elemento (Figura 6 y 7), presentando una tendencia de tipo lineal, siendo notorio el efecto residual del fósforo. El análisis estadístico (Cuadro 5) determinó diferencias significativas al 1% para los niveles de P en las dos localidades, para sistemas de labranza se observó diferencias significativas al 5% solo en la localidad Santa Catalina, la interacción entre los dos factores en estudio no presentó diferencias significativas en ninguna de las dos localidades.

Cuadro 5. Análisis de varianza para contenido de fósforo en el suelo a la cosecha de maíz para las dos localidades, Chimbo-ITSA y EESC – INIAP, 2002.

F. de V.	G. de L.	Cuadrados medios para contenido de fósforo	
		Chimbo ITSA	Santa Catalina INIAP
Subparcelas	26		
Parcela principal	8		
Bloques	2	46.926	
Sistemas de labranza	2	21.815 NS	557.148 *
Error (a)	4	12.926	39.537
Niveles de fósforo	2	446.704 **	1139.704 **
Labranza x fósforo	4	57.037 NS	103.870 NS
Error (b)	12	35.815	110.981
C. de V. (%)		23.38	27.19

C.V.= coeficiente de variación

NS= no significativo

* = significativo al 5%

** = significativo al 1%

Los valores mas altos de fósforo son para la localidad de la Estación Experimental Santa Catalina, lo que esta relacionado con el nivel inicial de P que fue alto; mientras en la localidad de Chimbo éste fue bajo.

Al analizar el efecto de los sistemas de labranza sobre el contenido de fósforo en las dos localidades; en general se observa que cero labranza tiene valores mas altos de fósforo en comparación con labranza mínima y labranza convencional (Figuras 6 y 7); esto, puede ser atribuido por una parte al efecto del muestreo de suelos en las parcelas de labranza de conservación y convencional; por otro lado, en labranza convencional el fertilizante es incorporado por medio de la maquinaria agrícola al momento de la preparación del suelo; por lo tanto, el fósforo queda disperso en el suelo, con lo cual hay un incremento en la capacidad de fijación en el suelo, al existir una mayor superficie de contacto con las arcillas, los materiales amorfos y los complejos de humus - Al.

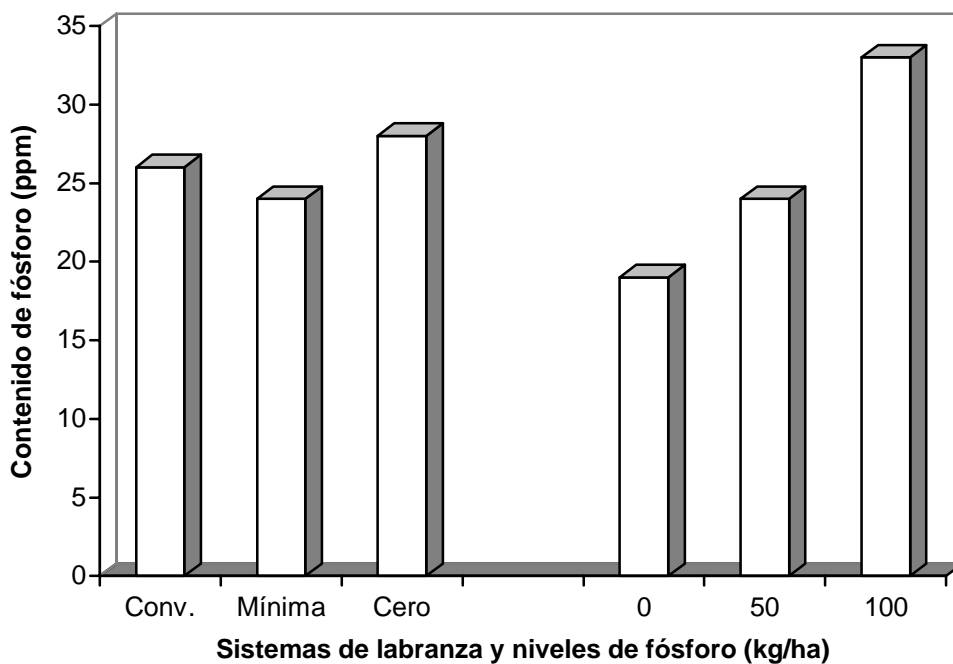


Figura 6. Efecto de sistemas de labranza y niveles de fósforo sobre la disponibilidad de este elemento en el suelo, al final del tercer ciclo de maíz. Chimbo. 2002.

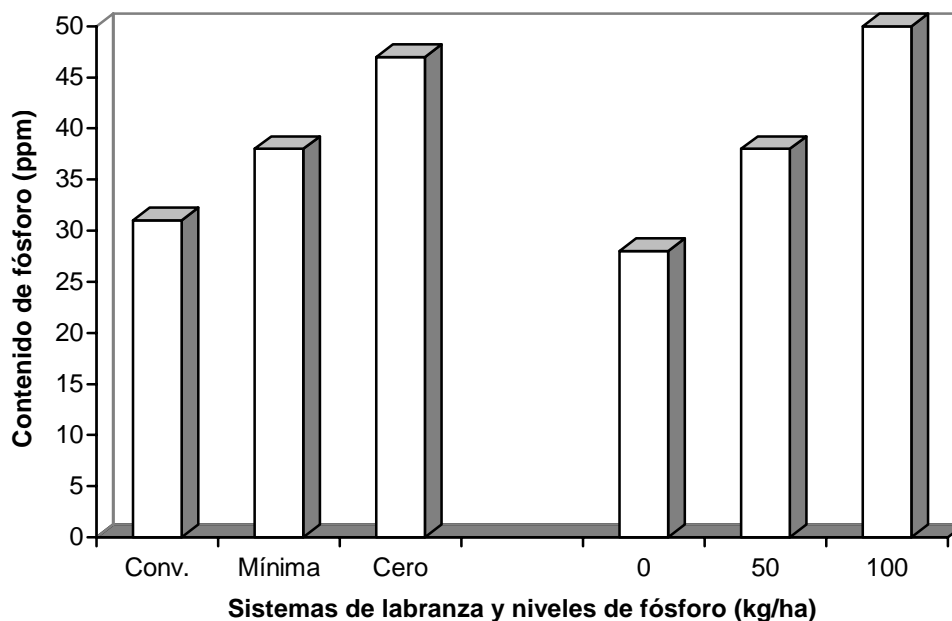


Figura 7. Efecto de sistemas de labranza y niveles de fósforo sobre la disponibilidad de este elemento en el suelo, al final del tercer ciclo de maíz. EESC. 2002.

Características físicas del suelo

Porcentaje de humedad

El análisis estadístico realizado para humedad de suelo a la cosecha en las dos localidades no detectó ninguna diferencia estadística significativa, para sistemas de labranza, niveles de fósforo y su interacción. Sin embargo en la Figura 8 se nota que con labranza mínima y cero, se dispone de mayor humedad en el suelo en las dos profundidades (0-15 y 15-30 cm) y en las dos localidades (Santa Catalina y Chimbo), lo cual está relacionado con los residuos de maíz que quedan en la superficie del suelo los que reducen la evaporación; a la vez que incrementan la capacidad de almacenamiento de agua por efecto del incremento en el contenido de materia orgánica en el suelo. En cambio, el sistema convencional al realizar las labores culturales favorece la evaporación, especialmente por la remoción del suelo; así como acelera la descomposición de la materia orgánica.

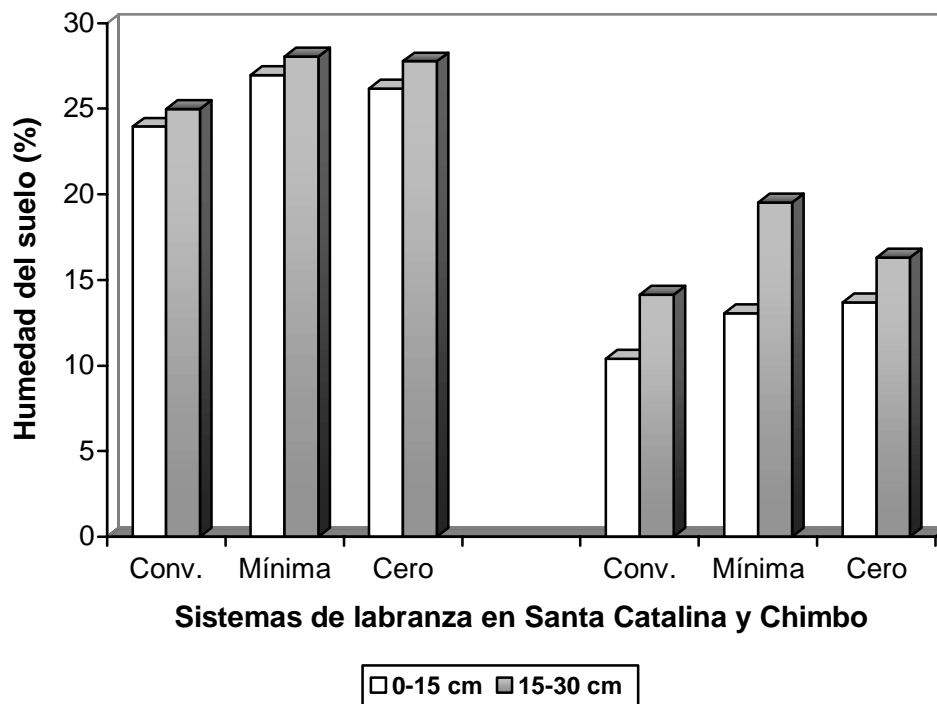


Figura 8. Efecto de los sistemas de labranza sobre el contenido de humedad en el suelo, al final del tercer ciclo de maíz en las dos localidades. EESC y Chimbo. 2002.

Los porcentajes de humedad a la cosecha de maíz en las dos localidades son diferentes, debido a condiciones de precipitación en cada zona; a pesar de lo cual se observa que el comportamiento de los sistemas de labranza es similar en los dos sitios (Figura 8). Como es de esperar la aplicación de P al suelo no influyó en el porcentaje de humedad del suelo.

Densidad aparente

La densidad aparente en Chimbo a la cosecha del maíz, no presenta diferencias significativas para los sistemas de labranza, niveles de fósforo y su interacción. En la profundidad de 0 a 15 cm los valores promedios de densidad aparente en los sistemas de labranza fueron: convencional y mínima con 0.878 g/cm^3 y labranza cero con 0.989 g/cm^3 ; para la profundidad de 15 a 30 cm, la densidad aparente fue de 0.844 g/cm^3 para labranza convencional, 0.867 g/cm^3 para labranza mínima y 0.922 g/cm^3 para labranza cero.

En la localidad Santa Catalina en las dos profundidades (0 a 15 cm y 15 a 30 cm) la densidad aparente no presentó diferencias estadísticas significativas al 5% en sistemas de labranza, niveles de fósforo y su

interacción. Los valores fluctuaron entre 1.01 y 1.11 g/cm³, la labranza convencional presentó valores de 1.09 y 1.08 g/cm³, para las dos profundidades, respectivamente. El coeficiente de variación fue de 8 y 6%

La densidad aparente hasta el momento no ha sido alterada por los sistemas de labranza de conservación.

Compactación

La compactación del suelo se midió en las dos localidades a la cosecha, cada 10 cm hasta una profundidad de 50 cm, no presentan diferencias estadísticas significativas ($\alpha=0.05$) para los sistemas de labranza, niveles de fósforo y su interacción.

En la Figura 9, se aprecia que la compactación se incrementa con la profundidad del suelo en los tres sistemas de labranza, esto es más notorio en el suelo de la EESC, con respecto a los sistemas de labranza, la convencional presenta menor compactación en las tres profundidades en la localidad Santa Catalina; lo que se explica por la remoción del suelo producida por las labores de preparación utilizando el tractor con el arado de discos. En Chimbo, en general la compactación del suelo es baja y no se observan diferencias marcadas entre profundidades y sistemas de labranza, los datos en esta localidad corresponden a la etapa de floración y en Santa Catalina a la cosecha.

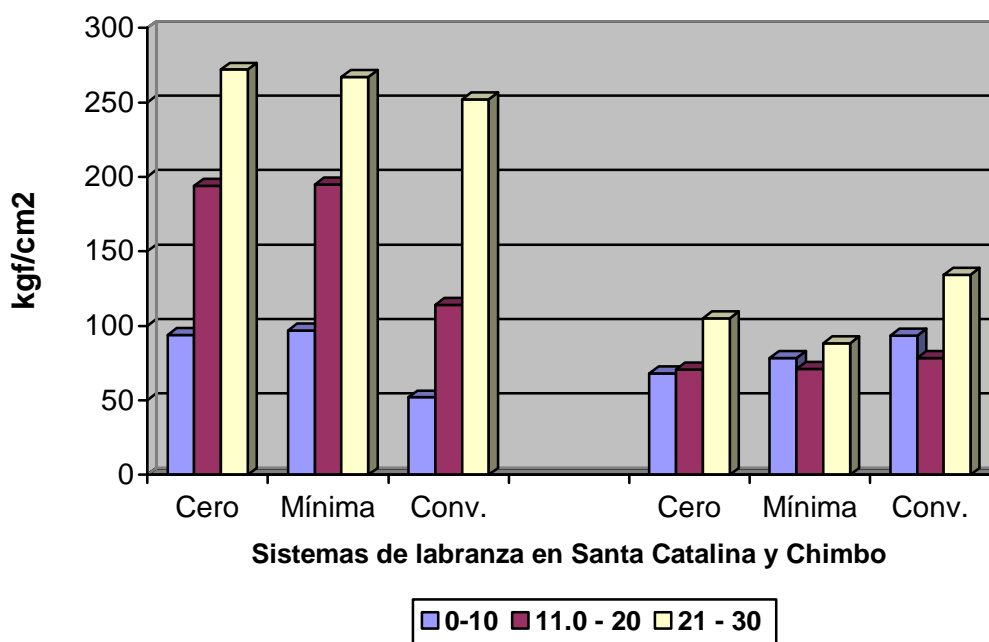


Figura 9. Efecto de los sistemas de labranza sobre la compactación del suelo en el cultivo de maíz. Santa Catalina - INIAP y Chimbo - ITSA. 2002.

También hay diferencias de compactación del suelo entre épocas de evaluación, lo cual está determinado por la humedad del suelo al momento de la evaluación; mayor humedad del suelo, menor compactación y a menor humedad mayor compactación.

Análisis económico

Los rendimientos de grano son similares para los tres sistemas de labranza, las pequeñas diferencias que existen entre labranza convencional y los sistemas de labranza de conservación (Cero y Mínima) se compensan con los costos que varían los que son mayores para labranza convencional, seguido de labranza mínima y cero labranza. Al realizar el análisis económico se observa que existe diferencia en los costos que varían y al final del análisis los beneficios netos son similares especialmente entre labranza convencional y cero labranza.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el tercer ciclo de maíz en las dos localidades permiten llegar a las siguientes conclusiones:

Los sistemas de labranza de conservación Cero y Mínima, son alternativas para la producción de maíz y conservación del suelo; los que deben ser difundidos entre los agricultores de la sierra ecuatoriana, considerando que el rendimiento y los beneficios netos (rentabilidad del cultivo) son similares y la erosión del suelo se reduce al mínimo.

El rendimiento de maíz en el suelo Santa Catalina que tuvo un contenido inicial de fósforo alto, no presentó ninguna respuesta a la aplicación de niveles de fósforo. El mejor nivel de fósforo para el suelo de Chimbo es el que el contenido inicial fue bajo es de 50 kg/ha de P₂O₅. Esta recomendación de fertilización con fósforo es general para los tres sistemas de labranza.

El porcentaje de acame no presentó diferencias estadísticas para sistemas de labranza, niveles de fósforo y su interacción, en Santa Catalina. En Chimbo, la aplicación de fósforo redujo el porcentaje de acame de las plantas de maíz.

El contenido de fósforo en el suelo se incrementó por la aplicación de niveles crecientes de fósforo, en las dos localidades.

El contenido de humedad del suelo en labranza cero y mínima fue superior que en el sistema de labranza convencional.

La compactación del suelo se incrementa con la profundidad. La labranza convencional presentó valores de compactación menores que los sistemas de labranza de conservación en Santa Catalina.

La presencia de las distintas especies de malezas en el cultivo, fue alterada por los sistemas de labranza; en labranza convencional existe mayor diversidad de especies de malezas; mientras, en las parcelas de labranza mínima y cero predominaron gramíneas. La incidencia y severidad de malezas en los sistemas de labranza de conservación presentaron una disminución con relación a los ciclos anteriores, en las dos localidades.

En estos tres años no se han presentado problemas de plagas o enfermedades, que afecten al cultivo debido a los sistemas de labranza. Tampoco se ha observado efectos secundarios de alelopatía por la descomposición de los residuos vegetales.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

Crowwetto, C. 1992. Rastrojos sobre el suelo. Una introducción a la cero labranza. Concepción - Chile.

CIMMYT, 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. Edición completamente revisada. México D.F., México.

Gil, L. et. al. 1991. Adaptación de una sembradora para labranza mínima. CIAE - Anzoátegui. FONAIAP. Venezuela.

Informe Anual PPI. 2000. Evaluación de sistemas de labranza de conservación del suelo y fertilización con fósforo en maíz. Quito-Ecuador.

Meier, H. 1986. Perfil nacional de la mecanización para el pequeño productor. Universidad de la Molina. Lima- Perú

Muhtar, H. 1986. "Chiquita". Una sembradora, tipo labranza cero para países en vías de desarrollo. Citado por Barreto, H. 1989.

Maezono, L. 1986. Fabricación de implementos agrícolas. La experiencia de Bolivia, - Honduras y Perú. Herrandina, Lima- Perú.

Sims, B., et. al. 1984. Conceptos y prácticas de cero labranza en maíz para el pequeño agricultor. Secretaría de agricultura y recursos hidráulicos. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Veracruz - México.

Violic, A. 1989. Labranza de conservación en maíz. CIMMYT- PROCIANDINO. México, D.F. México. Citado por Barreto, H. 1989.

ANEXO 1. Rendimientos promedios de maíz INIAP-121 (Guagal mejorado) e INIAP-122 (Chaucho mejorado) ajustado al 14% de humedad, en Chimbo y EE. Santa Catalina. 2002.

Tratamientos	Rendimiento promedio (t/ha/año)	
	Chimbo	EESC
Sistemas de labranza		
Cero (CL)	3.746	5.98
Mínima (LM)	3.744	5.75
Convencional (TLC)	4.129	6.19
Niveles de fósforo kg/ha		
0	3.473	5.81
50	4.031	6.00
100	4.114	6.11
Labranzas x fertilización		
CL x P1	3.723	5.68
CL x P2	3.817	5.84
CL x P3	3.697	6.42
LM x P1	3.003	5.67
LM x P2	3.917	5.85
LM x P3	4.313	5.74
TLC x P1	3.693	6.10
TLC x P2	4.360	6.32
TLC x P3	4.333	6.16