

DINAMICA DE LA EROSION DEL SUELO BAJO CUATRO SISTEMAS DE LABRANZA, CUANTIFICADA A TRAVES DEL MICRORELIEVIMETRO, EN SUELOS PAPEROS DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO, COLOMBIA

Hugo Ruiz Eraso¹

Lucio Legarda Burbano²

Edgar Amézquita Collazos³

German Arteaga Meneses⁴

Deisy Ceballos V.⁵

Oscar Hernandez⁵

RESUMEN

El estudio se desarrolló entre Noviembre de 2001 y junio de 2002. En la vereda Chimangual municipio de Sapuyes, zona productora de papa en Nariño; bajo un suelo Typic Dystrandeps la vereda está ubicada a 3150 msnm, con una precipitación promedio anual de 964 mm, temperatura promedio 10° C y una pendiente del terreno del 35%. Se evaluaron cuatro sistemas de labranza convencional (L.C), mínima (M.L.), reducida (L.R.), guachado (L.G); contrastados con una pradera nativa (PN) sin pastoreo. Las evaluaciones con el microrelievimetro se hicieron antes de la labranza y un día después de la cosecha. Se utilizó diseño de bloques al azar con tres repeticiones, cada bloque con una área de 2250 m²; luego del Anova se utilizó prueba de Duncan para la comparación de medias.

Los resultados mostraron que la labranza convencional y el guachado con valores de 7,16 y 7,83 cm respectivamente, fueron los tratamientos que mayores desplazamientos de suelo en el relieve produjeron durante el transcurso de la investigación, con diferencias estadísticas significativas con respecto

¹ Profesor Asistente, Ingeniero Agrónomo M.Sc., Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, E-mail: hruize@telenarino.com

² Profesor Titular, Ingeniero Agrónomo. M.Sc., Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, Pasto, Colombia. E-mail: lulebu@yahoo.com.

³ Ingeniero Agrónomo. PhD., Física de Suelos. CIAT Cali - Colombia.

⁴ Profesor Asociado. Ingeniero Agrónomo. M.Sc., Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño,

⁵ Ingenieros Agrónomos, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño.

a la labranza reducida, mínima labranza y el testigo pradera nativa cuyos valores oscilaron entre 0,29 y 2,63 cm. La productividad de papa en general fue baja, pero muy deficiente en los tratamientos (M. L.) y (L. R.).

Palabras Claves: Erosión, suelo, relieve, microrelievimetro.

SUMMARY

The study was carried out between november 2001 and june 2002, in Chimangual, municipality of Sapuyes, situated 3.150 metres above sea level, average rainfall of 964 mm, average temperature of 10°C and slope of 35%. Four tillage systems were evaluated: conventional (L.C.), minimal untilage (M.L.), reduced (L.R.), ridge (L.G.) compared to pastured field (L.G.) without pasturing. Tests with the microreliefmeter were made before cultivation and one day before harvest. A random block design was used with three replications; each block had an area of 2250/m².

Results showed that conventional and ridge tillage, with values of 7.16 cm and 7.83 cm respectively, were the treatments that underwent the largest changes in soil movement the investigation. Significant statistical differences were observed between reduced and minimal cultivations and the check pastured field, with results oscillating between 0.29 and 2.63 cm. Productivity of potato in general was low and lowest values obtained with M.L. and L.R. treatments.

Key words: Erosion, soil, relief, microreliefmeter.

INTRODUCCION

En Colombia un alto porcentaje de agricultura se encuentra ubicada, en la zonas de ladera, además gran parte de esta agricultura se realiza con practicas de manejo de suelo inadecuadas haciendo que gran parte de los agricultores que ocupan estos sectores no conserven el equilibrio necesario dentro de la relación agua- suelo-planta-atmósfera, debido a la naturaleza frágil de estos ecosistemas.

Las labores de preparación del suelo sobre estos suelos sin un previo diagnóstico con metodologías de labranza que generalmente invierten el suelo, han llevado a numerosos sectores de estas zonas a problemas de degradación

tales como la compactación, erosión, acidificación, en general a la pérdida de profundidad efectiva de las raíces y a la baja productividad en general reflejada en el deterioro del cultivo de la papa. Teniendo en cuenta la problemática anterior se hace necesario estudiar a profundidad este fenómeno ya que en Nariño existen sectores donde la producción agropecuaria ha desaparecido como consecuencia en gran parte por este fenómeno degradativo del suelo.

Amézquita (1991), afirma que el uso y manejo del suelo con miras a sostenibilidad de la agricultura debe basarse en el conocimiento de las fuerzas degradativas que atacan el suelo y que estas son de dos tipos naturales e inducidas por el hombre. El mismo autor (1994) manifiesta que los suelos se han degradado como consecuencia negativa por el uso intensivo e indiscriminado de la mecanización además se carece de parámetros y niveles críticos para ubicar el grado, tendencia y velocidad de degradación así como determinar si es de origen físico, químico o biológico.

Cuando se habla de labranza esta debe ir encaminada a mejorar algunas características estructurales del suelo con miras a cultivos competitivos, sin embargo en los cultivos de papa en muchos sectores de Nariño se puede observar el efecto contrario por efecto del laboreo excesivo y utilización inadecuada de los implementos de labranza. A este respecto Gavande (1972) afirma que el efecto benéfico de la labranza depende del implemento utilizado y de la intensidad de su uso, por su parte Cooper (1971), Amézquita (1998) coinciden en afirmar que el aumento de la densidad aparente y la reducción de los macroporos es la respuesta a la aplicación de fuerzas externas y el contenido de humedad al momento de la preparación del suelo.

Son numerosos los autores que conceptúan sobre la labranza y sus implicaciones en el suelo, Hillel (1989) define la labranza como un sistema mejorador de suelo, Amézquita (1998) complementa el concepto anterior cuando habla de que en suelos con una estructura muy débil como son los de ladera se hace necesario desarrollar sistemas de labranza propios para estas zonas tan degradadas. Además sugiere que labranza sea vertical.

En la zona productora de papa en el departamento de Nariño, es muy común observar el proceso erosivo al cual se llevan los suelos de ladera debido en gran parte al manejo tradicional o convencional de la labranza que se efectúa generalmente con arados de discos o vertedera complementada con una labranza secundaria con rastrillos, esto hace que la poca capa productiva del

suelo en las partes altas se desplace con el tiempo aflorando en muchas ocasiones el horizonte B en estos sectores; estos fenómenos los discute FAO (1990) llegando a la conclusión de que la acción erosiva por parte del agua se da cuando el suelo es incapaz de tener una buena aceptación de agua en su perfil lo que origina una rápida escorrentía con el consiguiente arrastre del suelo. En este sentido autores como McIantyre (1985), Agassi (1981) discuten que la erosividad de la lluvia es el factor determinante en la erosión y esta dada por las intensas y a veces torrenciales lluvias de la zona tropical, además concuerdan en que la fragilidad estructural de estos suelos el otro factor que contribuye de una manera determinante en los procesos erosivos de los suelos.

Por su parte Muzilli (1998) afirma que los suelos tropicales y subtropicales una vez desmontados empobrecen rápidamente por lo cual se hace necesario adoptar tecnologías y desarrollar formas de preparación acordes a esas necesidades de vulnerabilidad de ese suelo para sostener la materia orgánica debido a los efectos climáticos acelerados en su descomposición.

Refiriéndose a los sistemas de labranza reducida y de no volteo Sprage y Triplett (1986), Galerani (1994), Crovetto (1992), Amézquita (1998), concuerdan en afirmar que los sistemas de no labranza ayudan a la preservación del recurso suelo en el tiempo y espacio permitiendo con esto alternativas de manejo de este recurso en las zonas tropicales donde estos suelos son tan vulnerables.

En el Departamento de Nariño existe una metodología ancestral de cultivo de papa que es el "guachado" que consiste en sembrar la papa sobre suelos que en el cultivo anterior generalmente era pradera a este respecto CORPOICA (2002) describe esta labranza como una remoción con pala "cute" o azadón con la cual se forman los surcos para sembrar la papa estos guachos o surcos son similar a formar camellones o franjas de potrero las cuales se forman cortando cespedones que tienen en promedio dimensiones de 35 cm de ancho por 55 cm de longitud a lo largo del surco, estos cespedones se cortan en pares uno en frente del otro en el potrero; una vez cortados se doblan hacia adentro quedando superpuesto y al unirse forman los surcos o "guachos", la calle entre cada surco la forman los sitios donde se ha retirado los cespedones, generalmente la distancia entre surcos o las calles del cultivo es de 1,20 m a 1,50 m.

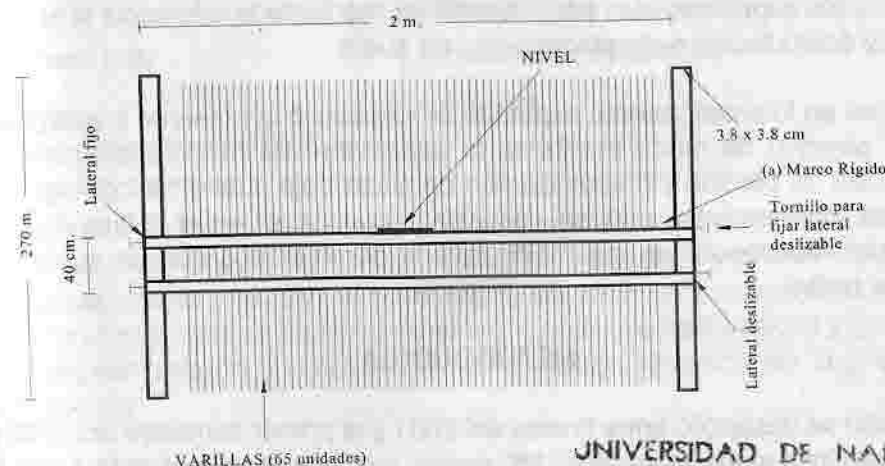
El problema degradativo del suelo en sus inicios es muy difícil detectar para tomar correctivos además si no afecta mayormente la productividad de la parte

agrícola el agricultor no le presta mayor atención pero esta característica asintomática inicial es un factor acumulativo; con base en esto se hace necesario contar con herramientas que sean sensibles a los cambios del suelo y además que tengan fácil acceso y manejo por parte de técnicos y fundamentalmente por el agricultor.

Amézquita (1996), afirma que el microrelievimetro es un implemento que se construyó precisamente para detectar y evaluar las pérdidas de suelos por erosión, que se suceden en los campos cultivados y que dicho implemento se opera en las condiciones naturales del campo, con lo cual ayuda a solucionar el problema que tiene el país de no contar con implementos para medir las pérdidas de suelo en el campo, que sean fáciles de usar y que muestren dicha problemática a corto plazo.

Este implemento se diseñó sobre todo pensando en los cultivos limpios de la zona de ladera, los cuales al inicio del cultivo, poseen unos buenos montículos de suelo, pero al finalizar el ciclo del cultivo son superficies lisas que han promovido un movimiento de suelo importante. Según Amézquita (1996), el microrelievimetro consta de las siguientes partes (Figura 1) Marco rígido, Dos párales laterales, uno fijo y deslizable, un nivel (construcción), un juego de varillas (65 unidades), tornillos mariposa para ajuste.

Figura 1. Componentes del microrelievimetro



La utilización en el campo de este implemento se hace seleccionando en las parcelas experimentales los puntos a evaluar que cubran convenientemente el terreno los cuales hacen las veces de repeticiones para poder tener una visión adecuada de la variación de la erosión en el campo. Luego de seleccionados los sitios en cada uno de estos se entierran dos estacas de 50 cm de longitud sobresaliendo del suelo 10 cm, sobre esta se coloca las patas del microrelievimetro además sobre ellas se hace la nivelación moviendo la pata deslizante la cual queda aguas abajo.

La pata fija siempre queda aguas arriba. Un detalle importante en el uso de este implemento es que las bases o estacas deben quedar protegidas con un cerco de madera e hilo de polipropileno o alambre para evitar cualquier perturbación durante todo el estudio. Una vez montado el aparato sobre las estacas y convenientemente nivelado y colocado en cada posición las 65 varillas en orden de numeración.

Se da inicio a las lecturas utilizando inicialmente una nivelación con el flexometro donde todas las varillas están a la misma altura y niveladas con el nivel del aparato, luego se sueltan las varillas sobre el relieve del terreno y se procede a las respectivas lecturas por cada varilla colocando la cinta del flexometro en la punta del extremo superior de la varilla extendiendo esta cinta hasta la parte superior del marco rígido, registrándose el dato de longitud obtenida.

Para el cálculo de la medición se toma el valor de cada varilla antes de la labranza y se hace la diferencia con las subsiguientes lecturas de acuerdo a las necesidades experimentales para determinar mediante la diferencia si en cada sitio hay acumulación o desplazamiento de suelo.

Con base en lo anteriormente expuesto se desarrolló la presente investigación con el objetivo de medir mediante la utilización del microrelievimetro las diferencias de pérdida y/o acumulación de suelo bajo cuatro metodologías de labranza (convencional, mínima, reducida y guachado) en el cultivo de papa *Solanum tuberosum* en suelos de ladera; contrastados con un suelo bajo pradera nativa.

METODOLOGÍA

El estudio se desarrolló entre finales del 2001 y el primer semestre del 2002 en la vereda Chimangual ubicada a 3150 msnm, precipitación anual de 964 mm; los

suelos son clasificados como Typic Dystrandepts, de fertilidad media y profundidad efectiva de 20 cm promedio. Se evaluaron cuatro modalidades de labranza convencional (LC), mínima (ML), reducida (LR), guachado (LG). Contrastadas con una pradera nativa (PN) como testigo, la descripción de los tratamientos es como sigue:

Tabla 1. Distribución de tratamientos y actividades.

| Tratamiento | Actividad |
|------------------------------|---|
| Labranza convencional (LC) | <ul style="list-style-type: none"> - Aplicación de herbicida (Glifosato) - Un paso de arado de discos - Dos pases de rastrillo - Surcada - Siembra |
| Mínima labranza (ML) | <ul style="list-style-type: none"> - Aplicación de herbicida (Glifosato) - Apertura de sitio (ahoyado) - Siembra |
| Labranza reducida (LR) | <ul style="list-style-type: none"> - Aplicación de herbicida - Surcada (surcadora) - Siembra |
| Guachado (LG) | <ul style="list-style-type: none"> - Elaboración de guachos - Siembra |
| Pradera de pasto nativo (PN) | |

Frecuencias de muestreo. Los muestreos para determinar las evaluaciones con el microrelievimetro se hicieron antes de la labranza y al final del cultivo un día después de realizada la cosecha. Igualmente se tomaron en la misma época otros muestreos para determinar algunas propiedades físicas y químicas que complementaron y ampliaron la información obtenida en la presente investigación.

Manejo del cultivo. Las labores culturales en el cultivo así como las respectivas

fertilizaciones y manejos fitosanitarios se desarrollaron de acuerdo con los criterios técnicos en el caso de los fertilizantes con el análisis de suelos y en el control fitosanitario con los niveles de daño económico e incidencia para cada caso en particular.

Evaluaciones microrelievimetro. Las mediciones con el microrelievimetro se hicieron con dos lecturas por cada tratamiento en tres repeticiones (bloques), en dos épocas para cada uno (antes de la labranza y al final un día después de la cosecha).

Evaluaciones agronómicas. Se hizo con base en la determinación de la productividad (Ton/ha) del cultivo de papa al final con al cosecha.

Diseño estadístico. Se utilizó diseño de bloques al azar con arreglo de parcelas divididas, donde las parcelas principales las constituyeron los diferentes sistemas de labranza y las subparcelas las dos épocas; se analizó por medio de ANDEVA los resultados y con la significancia se procedió a comparación de promedios por medio de Tukey. Para estos análisis se utilizó el sistema S.A.S.(Statical Analysis System).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 2, muestra los resultados obtenidos en los respectivos tratamientos y épocas. Se presentaron diferencias estadísticas significativas únicamente entre tratamientos (labranzas) con un buen ajuste estadístico del modelo.

En la tabla 3 se observan los valores iniciales (antes de labranza) de las lecturas promedio para cada metodología de labranza y el resultado final (antes de cosecha) obtenido en las lecturas, en esta tabla se puede apreciar que la labranza convencional con un valor de 7,16 cm y guachado con 7,83 cm fueron los tratamientos con mayores valores de desplazamiento en el relieve del suelo entre la primera lectura y la lectura final estos tratamientos tuvieron un similar comportamiento estadístico y presentaron diferencias estadísticas significativas con respecto a las labranzas mínima (2,63 cm), reducida (0,54 cm) y la pradera nativa con un valor de 0,29 cm. Estos últimos tratamientos tuvieron un comportamiento estadístico similar no presentando diferencias entre ellos.

Tabla 2. Análisis estadístico para los tratamientos con el microrelievimetro

| Fuente | Grados Libertad | Suma Cuadrados | Cuadrado Medio | F Calc. | Pr>f |
|-----------|-----------------|----------------|----------------|---------|------|
| Labranza | 4 | 176,32 | 44,08 | 3,30* | 0,05 |
| Rep | 2 | 59,57 | 29,78 | 2,23 | 0,16 |
| Lab*Rep | 8 | 51,699 | 6,46 | 0,48 | 0,84 |
| Época | 1 | 55,33 | 55,33 | 4,14 | 0,06 |
| Lab*Época | 4 | 155,18 | 38,796 | 2,91 | 0,07 |

Valores de probabilidad mayores a 0,05 no hay significancia estadística
Fuente: Esta investigación

Tabla 3. Distribución de promedios (cm) de altura y comparación de promedios por tratamiento

| Tratamiento | Desplazamiento/suelo | | | |
|-----------------------|----------------------|--------------------|-----------------|----|
| | Vr. Promedio Inicial | Vr. Promedio final | Valor ponderado | |
| Labranza convencional | 39,02 | 46,18 | 7,16 | A |
| Guachado | 37,22 | 45,05 | 7,83 | A |
| Mínima labranza | 39,29 | 41,92 | 2,13 | BC |
| Labranza reducida | 39,90 | 40,44 | 0,54 | C |
| Pradera nativa | 39,95 | 40,24 | 0,29 | C |

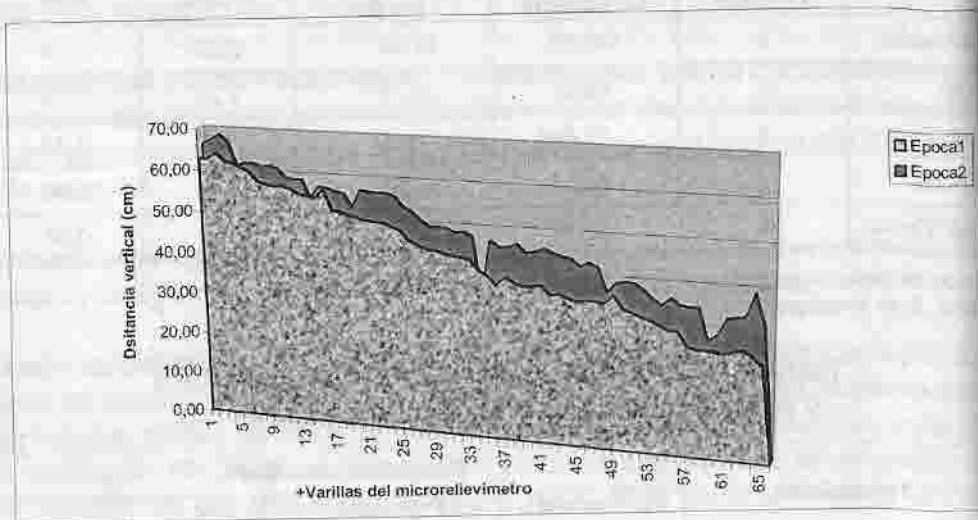
Letras iguales no existe diferencias estadísticas al nivel del 95% de probabilidad

Fuente: Esta investigación

En las figuras 2 y 3 se puede apreciar y cuantificar el movimiento de suelo para cada posición en las varillas medidoras del microrelievimetro para las (L.C) y (L.G) antes de la preparación (Epoca1) y al final antes de cosecha (Epoca2), que fueron las de mayor remoción y acumulación de suelo en promedio durante las evaluaciones.

Los resultados aunque iniciales muestran que el efecto producido por la labranza guachado es similar a la remoción que realiza la labranza convencional con maquinaria lo cual contradice muchos escritos que sobre el guachado se han realizado en el sentido de que este sistema es una modalidad ancestral conservacionista de suelo en el cultivo de papa.

Figura 2. Efecto de la labranza convencional sobre los cambios del relieve del suelo, bajo cultivo de papa, Chimangual, Nariño, Colombia



Estos resultados aunque preliminares permiten afirmar que la labranza en los suelos de ladera independiente la modalidad y los implementos que utilice afecta la frágil estructura del suelo, permitiendo con esto unos mayores procesos degradativos en estos sectores de ladera; aun más peligrosos si los cultivos como el de la papa son cultivos limpios que en general para el departamento de Nariño se siembran a favor de la pendiente y tienen en promedio estos suelos 20 cm de capa productiva.

Lo anterior se corrobora con la remoción cuantificada por CORPOICA (2002) en cuyo boletín da a conocer cifras de pérdida de suelo con guachado de 54 y 32 kilos/ha entre la primera y segunda siembra de papa y la labranza convencional de 131 y 155 kilos/ha igualmente entre la primera y segunda siembra.

En cuanto a los tratamientos mínima labranza, reducida y pradera (figuras 4, 5 y 6) nativa tuvieron valores bajos y un comportamiento estadístico similar (tabla 2) cuyos valores de fueron 2,63 cm, 0,54 cm y 0,29 cm respectivamente presentando diferencias estadísticas significativas con respecto a la labranza convencional y guachado.

Lo anterior indica la alta sensibilidad que posee el microrelievimetro al detectar cambios mínimos en el relieve con lo cual se corrobora lo expuesto por Amezcua (1996).

Productividad de la papa. En la producción del cultivo de papa *Solanum tuberosum* se encontró que la labranza convencional y el guachado fueron los tratamientos con mayor producción con 10 ton/ha de papa estos resultados bajos en promedio con respecto a la producción del departamento (15,1 ton/ha), uno de los factores determinantes en esta baja producción fué la época de sequía por la que atravesó la zona de Chimangual al final del 2001 y primeros meses del 2002 que afectó los primeros estados fenológicos del cultivo el cual no contó con riego.

La producción correspondiente a la mínima labranza y labranza reducida estuvo por debajo de 1,5 ton/ha, en cuyas parcelas se cosechó tubérculos muy pequeños clasificados por debajo del límite de calidad en papa de tercera (tubérculos de 40 g) según CORPOICA (2000); esto demuestra que la poca remoción de suelo con miras al cultivo de papa es totalmente negativa cuando se parte de suelos compactados o adensados que fue la situación de esta investigación.

Figura 3. Efecto de la mínima labranza sobre los cambios del relieve del suelo, bajo cultivo de papa, Chimangual, Nariño, Colombia

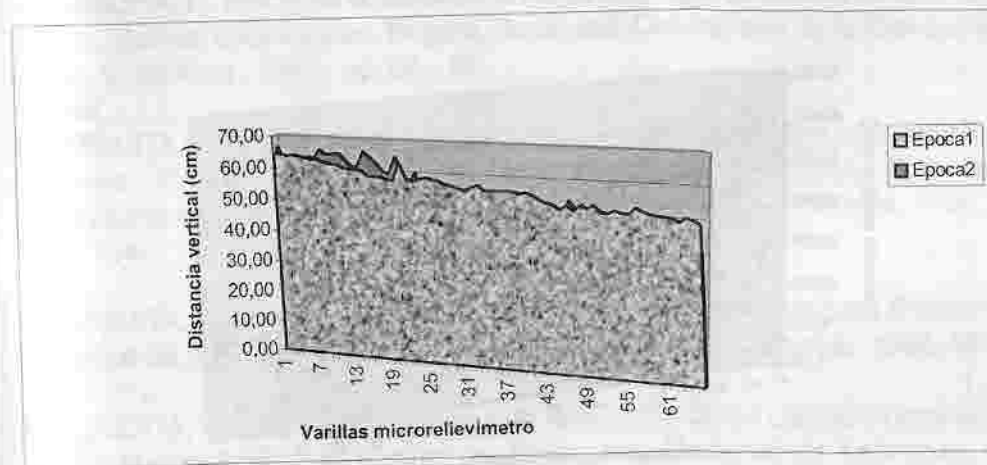


Figura 4. Efecto de la labranza reducida sobre los cambios del relieve del suelo, bajo cultivo de papa, Chimangual, Nariño, Colombia

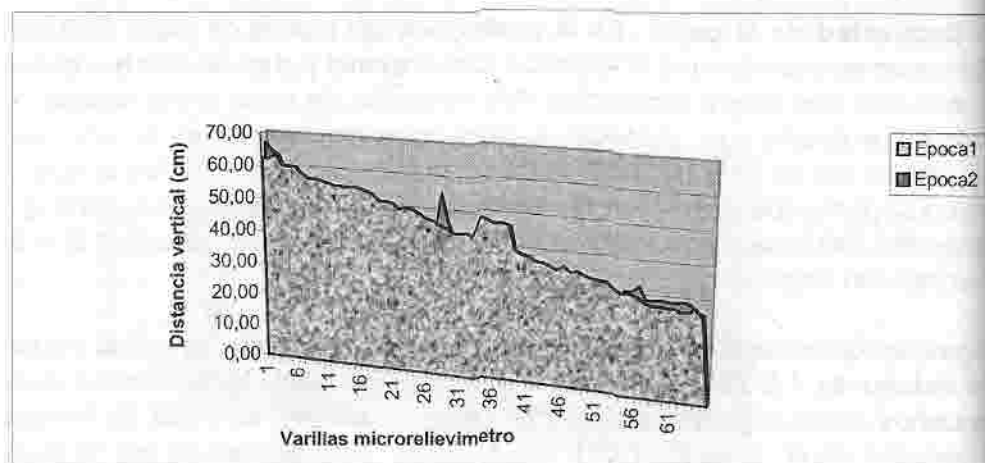
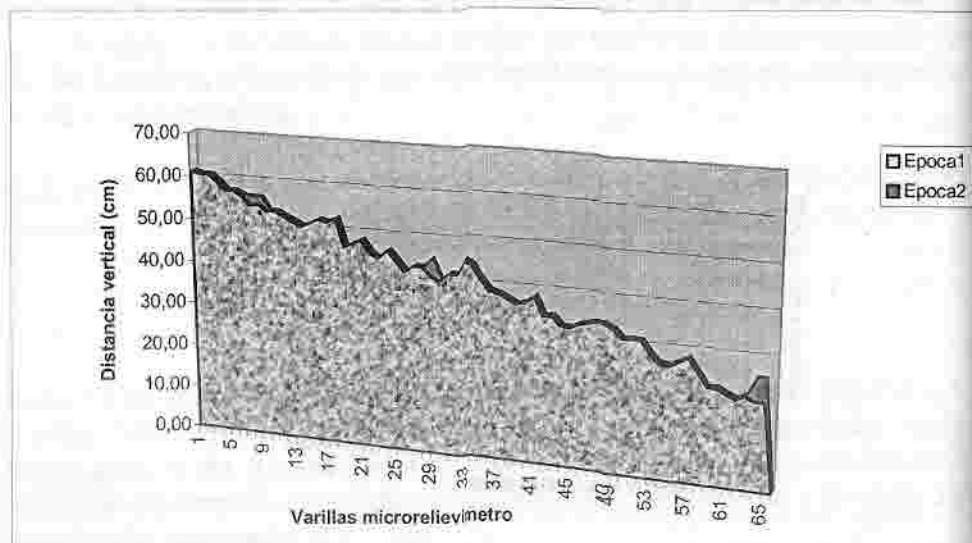


Figura 5. Cambios del relieve del suelo, bajo pradera nativa, Chimangual, Nariño, Colombia



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las modalidades de labranza convencional y guachado presentaron la mayor remoción de suelo con 7,16 cm y 7,83 cm respectivamente mostrando diferencias estadísticas significativas con respecto a las demás modalidades.

La labranza mínima y reducida obtuvieron las menores remociones de suelo así como muy bajas producciones (1,5ton/ha) y de calidad en el cultivo de papa.

La mayor productividad en el cultivo de papa se presentó en labranza convencional y guachado con 10 ton/ha en promedio.

Es necesario seguir monitoreando las modalidades de labranza guachado y tradicional buscando alternativas de manejo acordes a las necesidades de estos suelos de ladera en Nariño.

BIBLIOGRAFÍA

AGASSI, M., I. SHAINBERG and J. MORIN. Effect of Electrolyte Concentration and Soil Sodicity on Infiltration Rate and Crust Formation. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 45: 848-851. 1981.

AMEZQUITA, E. Efecto de la labranza en algunas propiedades físicas del suelo andino. *Suelos Ecuatoriales*. Bogotá, Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. V. 21 No.1. 1991. pp. 68 - 75.

AMEZQUITA, E. Las propiedades físicas y el manejo productivo de los suelos. In: Silva, F. (Ed.) *Fertilidad de suelos diagnóstico y control*. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Santa Fe de Bogotá, Colombia. 1994. P 137 - 154.

AMEZQUITA, E. Diseño y Construcción de un Microrelievimetro para Evaluar la Dinámica de la Erosión en Zonas de Ladera. CIAT, Cali, Colombia. 1996. 10 p.

AMEZQUITA, E. Propiedades Físicas de los Suelos de los Llanos Orientales y sus Requerimientos de Labranza. *Encuentro Nacional de Labranza de Conservación*. CORPOICA, Villavicencio, Colombia. 1998. 26 p.

COOPER, A. W. Effect of tillage on soil compaction. In American Society of Agricultural Engineers. Compactation of agricultural soils. 1971. 315 - 366 p.

CROVETTO, C. Rastrojos sobre el suelo una introducción a la cero labranza. Ed. Universitaria San Francisco, Santiago de Chile, Chile. 1992. 301 p.

FAO. Conservación de Suelos para los Pequeños Agricultores de las Zonas Tropicales Húmedas. FAO, Roma, Italia. 1990. pp. 1-39.

GALERANI, P.R. Cropping System and rotation in Tropical soybean Improvement and production. EMBRAPA - CNPSO, Roma, Italia. 1994. pp. 145 - 151.

GAVANDE, A.S. Física de suelos, principios y aplicaciones. México, ed. Limusa. 1987. 351 p.

HILLEL, D. D. ARIEL, S. ORLOWKI, E. STIBDE, D. WOLFY , A. YOVNI. Soil crop - tillage interaction in dry land and irrigated farming. Research Report Submitted to the Hebrew University of Jerusalem, Israel. 1989. 240 p.

MUZILLI, O. Siembra directa para agricultura sostenible. In: Encuentro Nacional de Labranza de Conservación . Ed. Guadalupe, Villavicencio, Meta, Colombia. 1998. pp 70 - 76.

MCLNTYRE, D. S. Permeability Measurement of Soil Crust Torwed by Raindrop Impact. Soil Science. 1985. 185 - 189 p.