

**EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE LABRANZA DE SUELOS Y  
FERTILIZACIÓN FOSFÓRICA EN MAÍZ (*Zea mays* L.)**

**VANESSA VIVIANA VINUEZA VINUEZA**

**TESIS DE GRADO  
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA AGRÓNOMA**

**UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS**

**QUITO-ECUADOR**

**2004**

## VII. RESUMEN

Considerando la grave problemática erosiva, y al hombre como uno de los principales causantes de la degradación de nuestros suelos, se decidió continuar con este proyecto en el cuarto año de evaluación de sistemas de labranza de conservación de suelos y fertilización fosfórica en maíz. Los objetivos planteados fueron:

- Determinar el efecto de tres sistemas de labranza (convencional, mínima y cero) y tres niveles de fósforo aplicados (0-50-100 kg/ha de  $P_2O_5$ ) sobre las características físicas, químicas y biológicas del suelo.
- Evaluar el comportamiento agronómico del maíz, en los diferentes sistemas de labranza y niveles de fósforo aplicados al suelo.
- Determinar los beneficios económicos de los diferentes sistemas de labranza y niveles de fósforo aplicados.

El presente estudio corresponde al cuarto ciclo de investigación. Los ensayos se encontraban ubicados en provincias maiceras de la Sierra Ecuatoriana. En la provincia de Pichincha, el ensayo se localizó en el Lote Rumipungo de la "EESC" del INIAP, parroquia Cutuglahua, cantón Mejía; según Holdridge esta zona ha sido clasificada como bhmb, con una humedad relativa promedio de 89%, temperatura promedio anual de 16.0 °C, y precipitación promedio anual de 1200 mm. Taxonómicamente el suelo de esta localidad pertenece al orden Andisol, suborden Udand, grangrupo Hapludand, su textura es franca, con pendiente de 10 a 12%, de buen drenaje, pH 5.1, longitud geográfica 78°23' O, latitud 00°22' S, y altura de 2670 msnm.

En Bolívar el ensayo se encontraba ubicado en el ITSA "3 de Marzo", parroquia San José de Chimbo, cantón Chimbo; la clasificación ecológica la ubica como bhmb, con una humedad relativa promedio de 60%, temperatura promedio anual de 13.0 °C, y precipitación promedio anual de 800 mm. Taxonómicamente el suelo de esta localidad pertenece al orden Mollisol, suborden Ustoll, grangrupo Haplustoll, su textura es franca arcillosa, con pendiente de 15 a 20%, de buen drenaje, pH 5.4, longitud geográfica 79°01' O, latitud 01°40' S, y altura de 2516 msnm.

Para el efecto se consideraron dos factores en estudio: sistemas de labranza y fertilización fosfórica. En el primer factor se evaluaron tres sistemas de labranza. El testigo fue la labranza convencional que mantiene el suelo desnudo y que contempla

la remoción del mismo con arado y rastra utilizando tractor o yunta según la localidad; éste sistema se comparó con las labranzas de conservación, las que mantienen el suelo cubierto con mantillo vegetal o rastrojo todo el tiempo y no contemplan remoción; éste sistema estuvo representado por la labranza mínima y cero. En la labranza mínima el suelo se preparó rayando la hilera de siembra, mientras en la labranza cero se abrió un hoyo con espeque, en ambos tipos de labranza previo a la siembra se aplicó herbicida.

En el segundo factor se evaluó fertilización fosfórica con tres niveles igualmente espaciados de 0, 50 y 100kg/ha  $P_2O_5$ . El diseño utilizado, corresponde a un diseño de parcelas divididas, con tres repeticiones. En las parcelas grandes se ubican los sistemas de labranza y en las subparcelas los niveles de fósforo en un factorial 3x3. El diseño utilizado al analizar los sistemas de labranza en las parcelas grandes, los niveles de fósforo y profundidades en las subparcelas fue un diseño de parcelas divididas con un arreglo factorial 3 x 3 x 2 y 3 x 3 x 5.

Las variables evaluadas para dar respuesta a los objetivos antes citados fueron: fósforo y materia orgánica en el suelo a la instalación y cosecha del ensayo, cuantificación poblacional de bacterias, hongos, nemátodos saprófitos y parásitos; densidad aparente, humedad gravimétrica y porosidad, evaluadas a dos profundidades, a la instalación y cosecha en el caso de densidad aparente, a las mismas épocas sumados evaluaciones a 60 días después de la siembra y a la floración en el caso de humedad gravimétrica, y en el caso de porosidad a la cosecha; compactación determinada a la instalación y cosecha a cinco diferentes profundidades, infiltración, materia seca del rastrojo, análisis foliar del rastrojo, emergencia, evaluación cualitativa y cuantitativa de malezas a la instalación, y después de la siembra, altura de planta, acame, rendimiento, análisis de datos climáticos y análisis económico.

Los principales resultados obtenidos en la presente investigación se pueden resumir de la siguiente manera: Químicamente el análisis de suelos determinó bajos contenidos de fósforo para Bolívar en contraste con Pichincha, que presentó altos contenidos de este elemento, determinando así la poca respuesta del maíz a la fertilización fosfórica en esta localidad. Biológicamente los suelos presentan una mayor actividad, pues se cuantificaron mayores poblaciones bacterianas y de nemátodos saprófitos en las labranzas de conservación, gracias al rastrojo acumulado cada año y a la no remoción del suelo. Desde el punto de vista físico no se

encontraron diferencias luego de cuatro años de implementar estos sistemas. En el caso del comportamiento agronómico del maíz, en Bolívar se presentó significativamente mayor acame en las labranzas convencionales, en Pichincha se tuvo la misma tendencia aunque no significativa. Altura de planta y peso de materia seca del rastrojo presentaron mejores valores en la labranza convencional en la provincia de Pichincha debido al manejo del nitrógeno realizado, ya que al no incorporar el fertilizante y con las condiciones climáticas existentes no hubo un buen aprovechamiento y se produjo un fenómeno frecuente en estos sistemas como es la inmovilización microbiana, considerando la mayor actividad microbiológica existente. En Bolívar con mejores condiciones climáticas estas variables no se vieron afectadas por el sistema de labranza, ni por la fertilización fosfórica, excepto en altura de planta en los primeros 60 días, donde es más notoria la deficiencia de este nutriente en el crecimiento, ésta respuesta pudo observarse en ambas localidades.

Los tratamientos no presentaron diferencias en rendimiento para las localidades evaluadas, independientemente los sistemas de labranza tampoco presentaron diferencias entre el sistema convencional y los sistemas propuestos para conservar el recurso suelo y agua, aunque en Pichincha el promedio favoreció a la labranza convencional, esto se debió más al manejo del nitrógeno realizado durante el ciclo. El nivel más alto de fósforo (100 kg/ha  $P_2O_5$ ) incrementó los rendimientos en Bolívar dado el bajo contenido de este nutriente en el suelo, no se pudo observar la misma respuesta en un suelo con alto contenido inicial de este elemento como es el caso de Pichincha. Económicamente los tratamientos con menores costos estuvieron siempre bajo labranza de conservación principalmente por ahorro de combustible. En Pichincha el mejor tratamiento fue labranza mínima con 0 kg/ha  $P_2O_5$ , con relación beneficio-costo de 2.37 USD, y en Bolívar la labranza cero con 50 kg/ha  $P_2O_5$  y con una relación beneficio-costo de 2.91 USD.

La conclusión principal gira en torno a la rentabilidad económica, pues en Pichincha considerando los altos contenidos de fósforo en el suelo, lo más rentable es aprovechar la residualidad del macronutriente fertilizando con mínimas cantidades para mantener la reserva edáfica de fósforo, y utilizar labranza mínima considerando los bajos costos. En Bolívar utilizar labranza cero con dosis de 50 kg/ha  $P_2O_5$  al tratarse de un suelo con bajo contenido de este elemento, lo conveniente es fertilizar para obtener mejores rendimientos y beneficios económicos.

## SUMMARY

At considering the serious problematical erosion and human being as one of the main causing of degradation of our soils, it was decided to continue with this project at its fourth evaluation year of tillage soils conservation systems and phosphoric fertilization on corn.

Planned objectives were:

- To determine the effect of three tillage systems (conventional, minimum and zero) and three levels of phosphorus applied (0-50-100 kg/ha  $P_2O_5$ ) over physical, chemical and biological soils' characteristics.
- To evaluate the corn agronomic behaviour to the different tillage systems and phosphorus levels applied to the soil.
- To determine economical benefits of the different tillage systems and phosphorus levels applied to the soil.

Trials were located in the corn producers provinces of Ecuadorian highlands. In Pichincha province, the testing was located at the eastern section of "EESC" of INIAP, Cutuglahua parish, Mejia canton. According to Holdridge this zone has been classified as bhmb with 89% of relative humidity average, 16.0°C of annual average temperature, 1200 mm of annual average rainfall. The soil of this place belongs taxonomically to Andisol order, Udand sub-order, Hapludand grand-group, loam texture, from 10-12% of gradient, good drainage, pH 5.1, geographical longitude: 78°23' W, latitude: 00°22' S and altitude: 2670 msnm.

In Bolivar province the testing was located at ITSA "3 de Marzo", San Jose de Chimbo parish, Chimbo canton, the ecological classification as bhmb with 60% of relative humidity average, 13.0°C annual average and 800 mm of annual average rainfall. This place, the soil belongs taxonomically to Mollisol order, Ustol sub-order, Haplustoll grand group, Clavey loam texture, from 15-20% of gradient, good drainage, pH 5.4, geographical longitude: 79°01' W, latitude 01°40' S and altitude 2516 msnm.

Two study factors were considered: tillage systems and phosphoric fertilization. Into the first one, three tillage systems were evaluated. The conventional tillage as witness that keeps the soil bare and consist on removing out the soil with the plow and the harrow using a track or a yoke of oxen according to the place. This system

was compared with the conservation tillage systems that keep covered the soil with vegetal mould all the time and the not removing out.

These systems were represented by the minimum tillage and the zero one. Into the minimum tillage, the soil was prepared by lining a sowing row. While into the zero tillage a hole was made with an "espeque", in both tillage kinds a weed-killer was applied before sowing.

Into the second factor were evaluated three equally space out levels of phosphoric fertilization with 0, 50 y 100 kg/ha  $P_2O_5$ .

A split plot design with three repetitions was used. In the biggest plots of land were put the tillage systems and in the smallest plots the phosphorus levels with a factorial 3 x 3. To analyze the tillage systems, phosphorus levels and depth levels was used a split plot design with a factor arrangement 3 x 3 x 2 and 3 x 3 x 5.

The evaluated variables were: phosphorus and organic matter on the soil at the testing installation and harvest, harvest. bacterias, fungus, saprofito and parasitic nematodes amounting population; apparent density, gravity humidity and porosity, all of them evaluated at two depth levels at installing and harvest for apparent density. At the same epoch adding evaluations at 60 day after sown and at flowering for gravity humidity and for porosity at harvest. Compaction, determinated at installation and harvest by five differentes depth levels, infiltration, weight dry matter of vegetal mould made a foliar analysis, emergence, qualitative and quantitative evaluation of weeds at installation and after the corn sowing, plant height, flatting corn, yield, climatic dates and economical analysis.

Main gotten results in this investigation can be bridged this way: chemical the soils analysis have determined low phosphorus contents in Bolivar opposited with Pichincha which presented high contents of this element, that is why the corn answered slowly to the phosphoric fertilization in this place. Biologically, soils presented a greater activity since bigger bacterias and saprofitos nematodes population were amounted with conservation tillage because of the accumulated vegetal mould each year and of the do not remove of soil. Physically way, were not found differences after the four years using of these systems.

About the corn agronomical behaviour in Bolivar, a bigger flatting corn has occurred significantly with the conventional tillage. In Pichincha the same trend has happened but non significant.

Plant height and dry matter (mould) weight presented better values for the conventional tillage only in Pichincha caused of nitrogen handling done where the fertilizer was not built in and with the climate existing conditions, and microbial immobilization, considering a the bacterial colonies units.

In Bolivar with better climate conditions these variables were not affected by tillage systems either by phosphoric fertilization except for plant height at first 60 days where this nutriment deficiency at growing is more notorious. The equal answer occurred in both places.

Treatments did not presented differences about yield for evaluated places. Independently tillage systems neither presented differences among the conventional system and proposed systems that conserve the soil and resources, though in Pichincha the average favoured to the conventional tillage caused of nitrogen handling done during the crop cycle.

The highest phosphorus level (100 kg/ha  $P_2O_5$ ) increased significantly the yield in Bolivar. A low content of this nutriment into the soil brought about the opposite situation that in a soil with high content at the beginning as in Pichincha.

Economically, treatments with the lowest cost were conservation tillage mainly caused by the combustible saving. In Pichincha the best treatment was the minimum tillage with 0 kg/ha  $P_2O_5$  with 2.37 USD benefit-cost relation and in Bolivar was the zero tillage with 100 kg/ha  $P_2O_5$  with 2.91 USD.

The main conclusion round about the economical profitability since the highest phosphorus content considered in the soil of Pichincha. Using this nutriment residual content fertilizing with minimum quantities to keep the phosphorus reserve into the soil, this is the most profitable, and to use the minimum tillage thanks its low cost. While in Bolivar with less content of this element into the soil, fertilizing is appropriate to get better economical benefits using doses of 50 kg/ha  $P_2O_5$  at presenting similar yield with higher fertilizer doses and lower costs whether to get better yield.