

**EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE LABRANZA DE SUELOS Y  
FERTILIZACIÓN EN LA ASOCIACIÓN MAÍZ-FRÉJOL**

**VERÓNICA SOLEDAD ESTRADA AGUAYO**

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

**UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS**

**QUITO – ECUADOR**

**2004**

## VII. RESUMEN

Una de las principales causas de la degradación del suelo en la Sierra ecuatoriana es la aplicación de técnicas de preparación de tierras y labranza inadecuadas. Estas han llevado al deterioro de sus propiedades físicas, químicas y biológicas, limitando gravemente la producción agrícola y las posibilidades de aprovechamiento de la tierra.

Con el fin de contribuir a la solución de este problema, se realizó la presente investigación en la que se establecieron los siguientes objetivos:

1. Cuantificar el efecto de los sistemas de labranza convencional, mínima y cero sobre las características físicas del suelo.
2. Evaluar el comportamiento agronómico del maíz y el fréjol voluble en asociación en los diferentes sistemas de labranza y fertilización edáfica y foliar.
3. Determinar los beneficios económicos de las diferentes alternativas de labranza y fertilización química.

El primer ensayo se implementó en la parroquia Quimiag en Chimborazo, en un lote con un suelo de textura franco arenosa y con 5% de pendiente, cuyas coordenadas geográficas son 1° 38' 42" S y 78° 34' 00" O a 2754 m.s.n.m., en tanto que un segundo ensayo se ubicó en la parroquia Cutuglahua en Pichíncha, en un terreno de textura franca con 12% de pendiente localizado en las coordenadas 0° 22' 36" S y 78° 32' 14" O a 2670 m.s.n.m.

Se evaluó el efecto de la labranza convencional (I1), mínima (I2) y cero (I3) en combinación con fertilización, para lo que se probó un testigo (f0), un tratamiento con fertilización edáfica sola (f1) y dos complementados con foliares siendo en un caso con quelato de zinc (f2) y en el otro con un abono foliar completo (f3), resultando en total 12 tratamientos que se dispusieron en campo bajo un diseño de parcela dividida en el que la parcela grande le correspondió a las labranzas, y la subparcela a la fertilización.

Las variables evaluadas fueron: humedad gravimétrica al momento de la siembra, a los 60 días después de la siembra, a la floración y cosecha de cada especie a las profundidades de 8-12 y 20-24 cm; densidad aparente a la instalación y finalización de los ensayos a la misma profundidad; compactación a cinco profundidades: 0-10, 11-20, 21-30, 31-40 y 41-50 cm evaluada a la instalación y al momento de la cosecha de maíz; emergencia a los 15 días después de la siembra; altura de planta a los 60 días después de la siembra y a la floración de cada especie; incidencia cualitativa y cuantitativa de malezas a la instalación del ensayo y al momento en que se realizó el rascadillo en la labranza convencional; acame a la cosecha del maíz; rendimiento de grano a la madurez fisiológica del fréjol y del maíz; y materia seca de rastrojos a la cosecha del maíz.

Además se tomó datos climáticos y se realizó un análisis económico determinando la relación beneficio/costo por hectárea en base a los costos de producción de cada tratamiento.

Los resultados obtenidos fueron:

En Chimborazo, con una capa de mulch adecuada sobre el suelo, las labranzas de conservación alcanzaron niveles mayores de humedad gravimétrica en todas las evaluaciones realizadas; mientras que en Pichincha, donde la cubierta de rastrojos fue escasa, no hubo diferencias entre sistemas de labranza para esta variable.

La densidad aparente mostró diferencias a favor de la labranza convencional cuando finalizaron los ensayos en las dos localidades, estableciéndose que a mayor remoción del suelo, se obtuvo menor densidad aparente. Además, los mejores valores se presentaron en la capa superficial del suelo en los tres sistemas de labranza evaluados, lo que se explicaría por el hecho de que en todos ellos la mayor remoción ocurrió justamente en esa zona.

Las condiciones de compactación del suelo fueron altamente heterogéneas en las dos localidades desde el momento de la instalación hasta la finalización de los ensayos, estableciéndose resultados más concluyentes al analizar la profundidad, pues se

encontró que entre mayor sea esta, mayor también será la compactación del suelo. Por otro lado, se detectó la influencia de la humedad en la compactación, determinándose que cuando disminuye la humedad del suelo, aumenta la compactación.

En cuanto a las variables emergencia, acame e incidencia de malezas, no se presentó diferencia estadística para los factores en estudio. Los resultados mostraron que el mulch no impidió la emergencia de las plántulas en las labranzas de conservación, y que el control de malezas en estos sistemas de labranza fue tan efectivo como el de la labranza convencional, sin necesitarse de la labor de aporque para evitar el acame del maíz.

Para las variables altura de planta, materia seca del rastrojo y rendimiento potencial de grano, no se estableció diferencia estadística entre sistemas de labranza, salvo en el caso del fréjol, donde fue obvia la influencia de la no remoción del suelo sobre la disminución de su rendimiento. El factor fertilización sí obtuvo diferencias en cuanto a estas variables agronómicas, encontrándose que el testigo alcanzó siempre los promedios más bajos mientras que los tratamientos fertilizados no presentaron diferencias entre sí, probablemente debido a que los factores climáticos adversos que no permitieron que el abono administrado por vía foliar permaneciera en contacto con las hojas el tiempo suficiente requerido para su total asimilación por la planta.

En base a los resultados obtenidos se concluyó, que en el primer año de aplicación de las labranzas de conservación no es posible encontrar diferencias marcadas en las características físicas del suelo a favor de estos sistemas, sin embargo se pudo establecer su superioridad en cuanto a la mayor retención de humedad en Chimborazo donde la capa de mulch fue adecuada. En cuanto a la densidad aparente y compactación, el comportamiento del suelo es muy heterogéneo, pero puede afirmarse que con mayor remoción se obtiene menor densidad aparente y que la compactación aumenta con la profundidad.

Además se pudo establecer que las características agronómicas del cultivo asociado fueron afectadas solamente por la fertilización aplicada y no por el sistema de

labranza empleado, a excepción del rendimiento del fréjol en Pichincha que presentó mejor respuesta a la remoción del suelo bajo condiciones de mayor compactación.

La recomendación principal gira en torno al análisis económico, y es utilizar labranza cero con fertilización edáfica complementada con quelato de Zn en Chimborazo, en condiciones adecuadas de textura y fertilidad del suelo, y labranza mínima con fertilización edáfica en Pichincha, con un suelo menos fértil y textura más fina, puesto que estos tratamientos permitieron un comportamiento agronómico satisfactorio del cultivo asociado maíz-fréjol voluble, presentaron relaciones B/C de 2.64 en Chimborazo y 2.32 en Pichincha respectivamente y son alternativas válidas para el control de la erosión de los suelos en los que se siembra este cultivo.

## SUMMARY

One of the main causes of the degradation of the soil in the ecuadorian highland is the usage of soil preparing techniques and inappropriate tillage systems. These have lead to the damage of its physical, chemical and biological properties, restricting seriously the agricultural production and the possibilities of getting profit from the land.

With the purpose of contribute to the solution of this problem, this investigation was carried out, in which there was established the following objectives:

1. Quantify the effect of the traditional, minimum and no tillage on the physical characteristics of the soil.
2. Evaluate the agronomic behaviour of corn and bean in association under the different tillage systems and chemical fertilization.
3. Determine the economic benefits of the different alternatives of tillage and chemical fertilization.

The first test was carried out in the parish of Quimiag in Chimborazo, in a land with a sandy loam texture soil and 5% of slope, which geographical coordinates are 1° 38' 42" S and 78° 34' 00" W at 2754 meters over sea level, meanwhile the second one was located in the parish of Cutuglahua in Pichincha, in a land with loam texture and 12% of slope in the coordinates 0° 22' 36" S and 78° 32' 14" W at 2670 meters over sea level.

There was evaluated the effect of traditional tillage (I1), minimum tillage (I2) and zero tillage (I3) combined with fertilization, for what were tested a witness (f0), a treatment with soil fertilization (f1) and two more complemented with foliar fertilizers, being in the first case Zn quelate and in the second one a complete foliar fertilizer, resulting twelve treatments which were disposed in the field under a split plot design with the tillage systems placed in the big parcels and the fertilization in the small ones.

There were evaluated: gravimetric humidity at the seeding time, at 60 days after the seeding, at flowering and harvest of each species to the depths of 8-12 and 20-24 cm; bulk density at the installation and conclusion of the tests at the same depth; compaction at five depths: 0-10, 11-20, 21-30, 31-40 and 41-50 cm, evaluated at the installation and at the harvest of the corn; emergency at the 15 days after the seeding; height of plant at 60 days after the seeding and at the flowering of each species; qualitative and quantitative incidence of weeds at the installation of the test and at the moment when the first mechanical weed control was done in the traditional tillage; flattening of corn at its harvest; yield of grain at physiological maturity of bean and corn; and dry matter of stubble at the corn harvest.

Also there were taken climatic data and an economic analysis was done determining the relation benefit/cost per hectarea in the base of the production costs of each treatment.

The results were:

In Chimborazo, with an appropriate stratum of mulch over the soil, the conservation tillage reached higher humidity levels in every evaluation that was done, meanwhile in Pichincha, where the stubble formed a spare cover, there were not differences between tillage systems for this variable.

The bulk density showed differences in advantage for the traditional tillage when the tests concluded in both places, establishing that with more disturbance of the soil was gotten less bulk density. Also, the best values appeared in the topsoil in the three tillage systems evaluated, which could be explained by the fact of that the more disturbance of the soil occurred exactly in that zone.

The compaction conditions of the soil were highly heterogeneous in both places, since the moment of the installation to the conclusion of the tests, establishing more concluding results analysing the depth, because was found that if this was high, the compaction will be high also. In the other side, there was detected the influence of

humidity on the compaction, determining that when the soil humidity decreases, the compaction increases.

In relation with the variables emergency, flattening of the corn and weeds incidence, there was not statistical difference for the factors in study. The results showed that the mulch didn't obstructed the emergency of the plants in the conservation tillage, and that the weed control in this tillage system was as effective as the traditional tillage control, without the "aporque" to avoid the flatting of the corn.

For the variables height of plant, dry matter of stubble and potential yield of grain, there was not established statistical difference between tillage systems, except the case of the bean, when was obvious the influence of the non disturbing of the soil on the decrease of its yield. The factor fertilization obtained differences in respect of these agronomic variables, finding that the witness always reached the lowest averages meanwhile the fertilized treatments didn't show differences between them, probably due to the contrary climatic factors which didn't permit that the fertilizer put by foliar way stay in contact with the leaves enough time requested for its total assimilation by the plant.

In base of the results, there was concluded that, in the first year of application of the conservation tillage is not possible to find out deep differences on the physical characteristics of the soil in favour of these systems, however, it could be established their superiority related with the more humidity holding capacity in Chimborazo, where the stratum of mulch was appropriate. With respect to the bulk density and compaction, the soil behaviour is really heterogeneous, but could be affirmed that with more disturbance is gotten less bulk density, and that the compaction increases with the depth.

Also could be established that the agronomic characteristics of the associated crop were affected only by the fertilization applied and not by the tillage system used, except the yield of bean in Pichincha, which showed better response to the soil disturbance under more compacted conditions.



The main recommendation is related with the economic analysis, and this is to use zero tillage with soil fertilization complemented with Zn quelate in Chimborazo, in appropriate conditions of texture and soil fertility, and minimum tillage with soil fertilization in Pichincha, with a soil with less fertility and fine texture, because these treatments allowed an satisfactorious agronomic behaviour of the corn-pole bean associated crop, they showed relations B/C of 2.64 in Chimborazo and 2.32 in Pichincha respectively, and are valid choices for the erosion control of the soils in which this crop is cultivated.