

**“EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE  
TUBÉRCULO – SEMILLA DE PAPA (*Solanum  
tuberosum*), BAJO TRES SISTEMAS DE LABRANZA  
DEL SUELO”**

**MARIO ROLANDO RAMOS VEINTIMILLA**

**Tesis de grado previa a la obtención del  
título de Ingeniero Agrónomo**

***UNIVERSIDAD DE CUENCA***

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**CUENCA – ECUADOR**

**2002**

## VII. RESUMEN

En el Ecuador la erosión del suelo avanza en forma alarmante, observándose a lo largo del Callejón Interandino extensas áreas improductivas a causa de este fenómeno. La erosión del suelo está entre las primeras causas de la disminución de la productividad agrícola en los países en vías de desarrollo, esta es causada por factores como el agua, viento y el hombre; en esta última se encuentra la erosión por labranza que es la que más afecta por el uso inadecuado de los implementos agrícolas en suelos frágiles especialmente de ladera al utilizar el arado y rastra de discos. Con la presente investigación se busca alternativas de labranza reducida que reduzcan la degradación de los suelos, tomando en cuenta que no afecten a los rendimientos comerciales y a la extracción de semilla de papa.

Los objetivos fueron:

- Evaluar el efecto de los sistemas de labranza de conservación sobre los cambios físico-químico del suelo, su comportamiento agronómico y la tasa de extracción de tubérculo – semilla de papa.
- Determinar el efecto de tres sistemas de labranza del suelo y tres niveles de fertilización sobre los rendimientos y extracción de semilla de papa; sobre los cambios físicos y químicos del suelo.
- Realizar el análisis económico de las diferentes alternativas de labranza y niveles de fertilización sobre la producción de tubérculo - semilla de papa.

Los ensayos de investigación se instalaron en tres zonas paperas del país. En Carchi en el Cantón Huaca, a 2845 m de altitud con la variedad Super chola, con una temperatura media anual de 12.2 °C, una precipitación media anual de 648 mm; la textura del suelo es franco y con un pH de 5.3 (ácido). En Chimborazo en el Cantón Chambo a una altitud de 3074 m con la variedad Santa Isabela, con textura franco arcilloso y con pH de 6.10 (Ligeramente ácido); y en Cañar en el Cantón Cañar a 3320 m de altitud con la variedad Soledad Cañari, con temperatura media anual de 11.9 °C, con precipitación media anual de 435 mm, con textura franco arcilloso y un pH de 6.2 (ligeramente ácido). Se sembró en

Carchi y Cañar a distancias de 0.80 m entre surcos y 0.20 entre planta, en Chimborazo a entre 0.80 m entre surcos y 0.30 entre plantas, con la finalidad de obtener mayor extracción de tubérculo semilla.

En las tres Provincias se probaron tres sistemas de labranza y tres niveles de fertilización los que se basaron en el análisis químico del suelo. Los sistemas de labranza fueron: labranza reducida (**LR**) con el arado de vertedera ecuatina, labranza mínima (**LM**) con el arado de cincel ecuatina previo la utilización de herbicida y labranza convencional (**LC**) con la utilización del tractor (arado y rastra de discos). Los sistemas de labranza son aplicados únicamente en la preparación inicial del suelo, las labores culturales se realizaron como se acostumbra en cada zona. Por lo tanto todos los tratamientos recibieron el mismo manejo después de la siembra.

Los niveles de fertilización se formuló en base al análisis de suelos y a la recomendación para cultivo comercial, se evaluó tres niveles: F1 = 100 % de la recomendación de fertilización, F2 = 75 % y F3 = 50 %. Como fuentes de fertilizantes se utilizaron la Urea (46 % de N), Muriato de potasio (60 % de K<sub>2</sub>O), 18-46-0 (N-P-K) y fertilizomag (19-11-15 K<sub>2</sub>O-Mg-S). Para Carchi la recomendación fue: 120 N, 300 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 60 K<sub>2</sub>O y 30 S (Kg./ha), en Chimborazo 200 N, 350 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 100 K<sub>2</sub>O y 60 S y en Cañar 150 N, 300 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 100 K<sub>2</sub>O y 0 S.

Los tratamientos se distribuyeron bajo un diseño experimental de parcelas divididas con arreglo factorial de 3x3 para los factores principales con tres repeticiones. Las parcelas principales fueron los sistemas de labranza y las sub-parcelas los niveles de fertilización. El tamaño de las parcelas grandes fue de 240 m<sup>2</sup> y la parcela pequeña de 80 m<sup>2</sup>.

Durante el ciclo de cultivo se evaluó la fertilidad suelo, grado de compactación, porcentaje de humedad del suelo, densidad aparente, cobertura de malezas, porcentaje de extracción de semilla de papa, rendimiento total, condición sanitaria de los tubérculos, y materia seca, se aplicó las pruebas de significación de Tukey y Duncan al 5 % en las fuentes de variación que determinaron significancia estadística. Finalmente se realizó el análisis económico de los tratamientos en estudio por el método de presupuesto parcial (**CIMMYT, 1988**).

Los principales resultados obtenidos en la presente investigación se puede resumir de la siguiente manera:

En las tres localidades y en los tres diferentes tipos de suelos que van desde franco a franco arcilloso, el rendimiento total y porcentaje de extracción de tubérculo semilla de papa, no presento diferencias significativas entre sistemas de labranza: reducida, mínima y convencional. Se concluye que se puede reducir los pases de arado en la preparación inicial del suelo y que no afecta a los rendimientos de los cultivos.

Los sistemas de labranza reducida y mínima, son alternativas viables para la producción de tubérculo – semilla y papa comercial; los que deben ser promovidos entre los agricultores de la Sierra Ecuatoriana. Al trabajar con altas densidades de siembra, existe un alto porcentaje de extracción de tubérculo semilla de papa, que fluctúa entre 66 – 78 %, observándose las mayores diferencias entre las tres provincias, lo cual se atribuye a las características de los suelos y a las variedades de papa utilizadas en cada zona.

En Carchi y Cañar la fertilización influyo directamente en el rendimiento total y en la extracción de semilla de papa por hectárea, alcanzando mejores rendimientos en estas dos localidades con el nivel alto (100 % de la recomendación de fertilización). En Chimborazo no se presento ningún efecto por los niveles de fertilización aplicados al cultivo de papa.

Los sistemas de labranza y niveles de fertilización utilizados, no influyeron en los contenidos de nutrientes en el suelo, en la producción de materia seca, ni en la condición sanitaria de los tubérculos.

Se concluye que la labranza secundaria como rascadillo, aporque, tiene un efecto de remoción del suelo importante, los problemas de malezas son controlados efectivamente por estas labores. Por las distancias de siembra tanto entre surcos y entre plantas el follaje del cultivo cubrió totalmente los surcos, no existió competencia de malezas por falta de luz.

Las características físicas del suelo evaluadas a la cosecha como densidad aparente ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ), humedad del suelo (%) y grado de compactación ( $\text{kgf}/\text{cm}^2$ ), en las tres localidades para sistemas de labranza no presentaron diferencias estadísticas significativas. Se encontró

significancia para profundidades en los tres tipos de suelos; observándose una tendencia clara que a mayor profundidad se incrementa la compactación, humedad y densidad aparente.

En cuanto a la rentabilidad económica para la interacción entre labranza y fertilización, en **Carchi** resulto de mayor beneficio la labranza reducida con la fertilización baja (50 %), es el tratamiento más rentable con una tasa de retorno marginal (TRM) de 3369 %. Existe otra alternativa que le sigue en importancia que es con labranza reducida y fertilización media (75 %), se obtiene una TRM de 3108 %. En **Chimborazo** la labranza reducida con la fertilización media 75 %, fue la más rentable con TRM de 195 %; y en **Cañar** el tratamiento más rentable es la labranza convencional con el nivel 100 % de fertilización, con una TRM de 1858 %. Existen otras dos alternativas que le siguen en importancia que es la labranza convencional con la fertilización media, con TRM de 710 % y finalmente con la labranza reducida con la fertilización alta se tiene TRM de 365 % y una rentabilidad de 3.65 dólares.

La recomendación de fertilización de suelos para el cultivo de tubérculo – semilla de papa, se puede utilizar la recomendación que es utilizada para cultivo comercial siempre y cuando se trabajen con altas densidades de plantas por hectárea; en este caso 62.500 plantas.

**Cuadro 44. Recomendaciones de fertilización para tubérculo semilla de papa (*Solanum tuberosum*), según los análisis del suelo. INIAP-EESC, 2002.**

CONTENIDO EN EL SUELO	Kg/ha			
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	S
<b>BAJO</b>	150-200	300-400	100-150	40-60
<b>MEDIO</b>	100-150	200-300	60-100	20-40
<b>ALTO</b>	50-100	100-200	40-60	20

## VIII. SUMMARY

In the Ecuador the erosion of the floor advances in alarming form, being observed along the Alley Interandino extensive unproductive areas because of this phenomenon. The erosion of the floor is among the first causes of the decrease of the agricultural productivity in the developing countries, this it is caused by factors like the water, wind and the man; in this it finishes he/she is the erosion for farm that is the one that more affects especially for the inadequate use of the agricultural implements in fragile floors from hillside when using the plow and trail of disks. With the present investigation it is looked for alternative of farm that reduce the degradation of the floors, taking into account that they don't affect to the commercial yields and the seed extraction.

The objectives were:

- Evaluate the effect of the systems of conservation farm on the physical-chemical changes of the floor, their agronomic behavior and the rate of tuber extraction - potato seed.
- Determine the effect of three systems of farm of the floor and three fertilization levels on the yields and extraction of potato seed; about the physical and chemical changes of the floor.
- Carry out the economic analysis of the different farm alternatives and fertilization levels on the tuber production - potato seed.

The investigation rehearsals settled in three areas mumps of the country. In Carchi in the Canton Huaca, to 2845 m of altitude with the variety Super chola, with an annual half temperature of 12.2 0C, an annual half precipitation of 648 mm. The texture of the floor is frank and with a pH of 5.3 (acid); in Chimborazo in the Canton Chambo to an altitude of 3074 m with the variety Santa Isabela, with texture loamy franc and with pH of 6.10 (Lightly sour); and in Cañar plantation in the Canton Cañar to 3320 m of altitude with the variety Soledad Cañari, with annual half temperature of 11.9 °C, with annual half precipitation of 435 mm, with texture loamy franc and a pH of 6.2 (lightly sour). It was sowed in Carchi and Cañar plantation at distances of 0.80 m between furrows and 0.20

among plant, in Chimborazo to among 0.80 m between furrows and 0.30 among plants, with the purpose of obtaining bigger extraction of tuber seed.

In the three Counties three farm systems and three fertilization levels those were proven that were based in the chemical analysis of the floor. The farm systems were: reduced farm (LR) with the plow of veritable ecuandino, minimum farm (LM) with the plow of chisel previous ecuandino the herbicide use and conventional farm (LC) with the use of the tractor (plow and trail of disks). The farm systems are only applied in the initial preparation of the floor, the cultural works were carried out like he/she gets used in each area. Therefore all the treatments received the same handling after the sowing.

The fertilization levels were formulated based on the analysis of floors and to the recommendation for commercial cultivation, it was evaluated three levels: F1 = 100% of the fertilization recommendation, F2 = 75% and F3 = 50%. As sources of fertilizers they were used the Urea (46% of N), Muriato of potassium (60% of K<sub>2</sub>O), 18-46-0 (N-P-K) and fertizamag (19-11-15 K<sub>2</sub>O-Mg-S). For Carchi the recommendation was: 120 N, 300 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 60 K<sub>2</sub>O and 30 S (Kg. /ha), in Chimborazo 200 N, 350 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 100 K<sub>2</sub>O and 60 S and in Cañar plantation 150 N, 300 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 100 K<sub>2</sub>O and 0 S.

The treatments were distributed under an experimental design of parcels divided in a factorial arrangement of 3 x 3 for the main factors with three repetitions. The main parcels were the farm systems and the sub one - you parcel the fertilization levels. The size of the big parcels was of 240 m<sup>2</sup> and the small parcel of 80 m<sup>2</sup>.

During the cultivation cycle the fertility floor, compact degree, percentage of humidity of the floor was evaluated, apparent density, covering of overgrowths, percentage of extraction of potato seed, total yield, sanitary condition of the tubers, and dry matter, were applied the tests of significance of Tukey and Duncan to 5% in the variation sources that determined statistical signification. Finally he/she was carried out the economic analysis of the treatments in study for the budget method partially (CIMMYT, 1988).

The main results obtained in the present investigation you can summarize in the following way:

In the three towns and in the three different types of floors that go from franc to loamy franc, the total yield and percentage of extraction of tuber potato seed, I don't present significant differences among farm systems: reduced, minimum and conventional. You concludes that it can decrease the plow passes in the initial preparation of the floor and that it doesn't affect to the yields of the cultivations.

The systems of reduced and minimum farm, are alternative viable for the tuber production - seed and commercial potato; those that should be promoted among the Sierra Ecuadorian's farmers. When working with high siembra densities, a high percentage of extraction of tuber potato seed exists that fluctuates among 66 - 78%, being observed the biggest differences among the three counties, that which is attributed to the characteristics of the floors and the potato varieties used in each area.

In Carchi and Cañar plantation the fertilization influences directly in the total yield and in the extraction of potato seed for hectare, reaching better yields in these two towns with the high level (100% of the fertilization recommendation). In Chimborazo you doesn't present any effect for the fertilization levels applied to the potato cultivation.

The farm systems and used fertilization levels, they didn't influence in the contents of nutritious in the floor, in the production of dry matter, neither in the sanitary condition of the tubers.

You concludes that the secondary farm as rascadillo, a porque, has an effect of removal of the important floor, the problems of overgrowths are controlled indeed by these works. For the distances of so much siembra among furrows and among plants the foliage of the cultivation covered the furrows totally, competition of overgrowths didn't exist for lack of light.

The physical characteristics of the floor evaluated to the crop like apparent density ( $\text{gr/cm}^3$ ), humidity of the floor (%) and compactación degree ( $\text{kgf/cm}^2$ ), in the three towns for farm systems didn't present significant statistical differences. He/she was significancia for depths in the three types of floors; being observed a clear tendency that is increased the compactación, humidity and apparent density to more depth.



As for the economic profitability for the interaction between farm and fertilization, in Carchi I am of more benefit the reduced farm with the low fertilization (50%), it is the most profitable treatment with a rate of marginal return (TRM) of 3369%. Another alternative that continues him in importance that is with reduced farm and half fertilization Exists (75%), a TRM of 3108% is obtained. In Chimborazo the reduced farm with the fertilization half 75%, was the most profitable with TRM of 195%; and in Cane plantation the most profitable treatment is the conventional farm with the level 100 fertilization%, with a TRM of 1858%. other two alternatives that continue him in importance that is the conventional farm with the half fertilization, with TRM of 710% Exist and finally with the reduced farm with the high fertilization one has TRM of 365% and a profitability of 3.65 dollars.

The recommendation of fertilization of floors for the tuber cultivation - potato seed, you can use the recommendation that is used for commercial cultivation provided they are worked with high densities of plants by hectare; in this case 62.500 plants.

**Cuadro 44. Fertilization recommendations for tuber potato seed (*Solanum tuberosum*), according to the analyses of the floor. INIAP-EESC, 2002.**

CONTENTIN THE SOIL	Kg/ha			
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	S
<b>UNDER</b>	150-200	300-400	100-150	40-60
<b>HALF</b>	100-150	200-300	60-100	20-40
<b>HIGH</b>	50-100	100-200	40-60	20