

**EFFECTO DE LA NUTRICION MINERAL SOBRE LA CAIDA DE
FLORES EN CHOCHO (Lupinus mutabilis Sweet). CUSUBAMBA,
COTOPAXI.**

JEFFERSON DOUGLAS GALARZA ROSALES

**TESIS DE GRADO PREVIA A LA OBTENCION DEL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO**

UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR

FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS

QUITO

1995

VII. RESUMEN

La presente investigación se llevó a cabo en la hacienda San Juan, ubicada en la Provincia de Cotopaxi, Cantón Salcedo, Parroquia Cusubamba a una altitud de 2900 m.s.n.m., con una temperatura media anual de 12.5 °C, y una precipitación media anual de 602.6 mm, la textura del suelo es franco arenoso con un pH de 7.6 (ligeramente alcalino).

Los objetivos fueron:

1. Estudiar el efecto de la aplicación de N-P-K y elementos menores sobre la caída de flores y rendimiento en una línea promisorio de chocho.
2. Realizar el análisis económico de los tratamientos en estudio.

Los factores en estudio fueron:

1. Fertilización con nitrógeno

$$n_0 = 0 \text{ kg N/ha}$$

$$n_1 = 40 \text{ kg N/ha}$$

2. Fertilización con fósforo

$$p_0 = 0 \text{ kg P}_2\text{O}_5\text{/ha}$$

$$p_1 = 60 \text{ kg P}_2\text{O}_5\text{/ha}$$

3. Fertilización con potasio

$$k_0 = 0 \text{ kg K}_2\text{O/ha}$$

$$k_1 = 40 \text{ kg K}_2\text{O/ha}$$

4. Fertilización al suelo con elementos menores

$$em_0 = 0 \text{ kg/ha de Librel BMX}$$

$$em_1 = 8 \text{ kg/ha de Librel BMX}$$

Los tratamientos evaluados fueron 16, producto de la combinación de los 4 factores en estudio. Se aplicó un diseño experimental de Bloques Completos al azar en un arreglo factorial de 2^4 , con 4 repeticiones.

La parcela experimental estuvo formada por 4 surcos, cada uno de 5 m de largo x 0.6 m de ancho (12 m^2). La parcela neta fue de dos surcos de 4 m de largo y 0.6 m de ancho (4.8 m^2).

Se evaluó 14 variables en las cuales se aplicó las pruebas de significación de DMS y Tukey al 5 % en las fuentes de variación que detectaron significación estadística.

Se utilizó semilla de chocho de la línea 8 "morada" y la siembra se realizó a máquina utilizando la sembradora diseñada en el Programa de Cultivos Andinos del INIAP . En todos los tratamientos se realizó 3 controles fitosanitarios a partir de la emergencia cada 15 días y una labor de deshierba y aporque a los 73 días.

Los principales resultados obtenidos en la presente investigación se puede resumir en los siguientes:

Para la variable, días a la floración del eje central, se encontró diferencias altamente significativas para fósforo, ninguna significación estadística para nitrógeno, potasio, elementos menores, y las interacciones respectivas. El promedio general fue de 81.38 días y el coeficiente de variación de 1.54 %, Con la aplicación de fósforo ($p1 = 60\text{kg/ha}$), se obtuvo un promedio de 81 días, mientras que los no fertilizados ($p0$) alcanzaron un promedio de 82 días, siendo los más tardíos. El mejor tratamiento fue T6 (nop1koem1) con promedio de 79 días.

En la variable número de flores en el eje central, se observó significación estadística al 1 % para fósforo, diferencias al 5 % para potasio y ninguna significación estadística para nitrógeno, elementos menores y las interacciones. El promedio general fue de 27.27 flores en el eje central y el coeficiente de variación

fue de 10.59 %. El mayor número de flores se obtuvo con la aplicación del nivel p1 (60 kg/ha), con un promedio de 29 flores. En cuanto al potasio, el mejor nivel fue ko (0 kg/ha), con promedio de 28 flores en el eje central. T13 (40 kg/ha de N x 60 kg/ha de P_2O_5) presentó el valor más alto con 32 flores, en tanto que T1 (testigo) y T12 (40 kg/ha de N x 40 kg/ha de K_2O x 8 kg/ha de librel BMX) presentaron el menor número de flores en el eje central con apenas 24 flores.

En relación a porcentaje de flores caídas en el eje central el análisis de variancia no detectó diferencias significativas para ninguno de los factores en estudio. El promedio general fue de 65.03 % de flores caídas y el coeficiente de variación de 7.12 %. Si bien no se observaron diferencias estadísticas en el efecto de los factores simples, la aplicación de 60 kg/ha de P_2O_5 , y 8 kg/ha de elementos menores en forma de Librel BMX, presentó una disminución en el porcentaje de flores caídas en un 64 %, mientras que la no aplicación de estos elementos produjo alrededor del 66 %. En cambio la aplicación de 40 kg/ha de nitrógeno produjo un incremento en el porcentaje de flores caídas de 65.72 % en relación al nivel n_0 (0 kg/ha) que obtuvo 64.33 %. Para el efecto de potasio no se observan mayores diferencias numéricas, sus promedios fueron similares a 65 % de flores caídas en los niveles aplicados. Se encontró que T9 (40 kg/ha de N) presentó el mayor número de flores caídas en el eje central con promedio de 69.20 %, en cambio T8 (60 kg/ha de P_2O_5 x 40 kg/ha de K_2O x 8 kg/ha de elementos menores) fue el tratamiento que menor número de flores caídas presentó con promedio de 59.75 %, lo que probablemente se debe a una respuesta fisiológica de la planta de chocho como característica genética de la variedad ó quizás a problemas de polinización ó fecundación.

En cuanto a número de vainas en eje central el análisis de variancia detectó diferencias altamente significativas para fósforo, significación estadística al 5 % para elementos menores, ninguna significación estadística para nitrógeno, potasio, y las interacciones respectivas. La media general fue de 10 vainas en el eje central y el coeficiente de variación fue de 15.18 %.

Los tratamientos fertilizados con fósforo alcanzaron un promedio de 10 vainas en el eje central en tanto que los tratamientos no fertilizados presentaron un promedio de 9 vainas en el eje central. La fertilización con elementos menores alcanzó un promedio de 10 vainas en el eje central, mientras que los tratamientos no fertilizados (emo) presentaron un promedio de 9 vainas en el eje central. El tratamiento T13 (40 kg/ha de N x 60 kg/ha de P₂O₅) n1p1kqemo) con un promedio de 12 vainas fue el mejor mientras que T9 (40 kg/ha de N) con 8 vainas ocupó el último lugar.

En cuanto a rendimiento el análisis de variancia encontró diferencias al nivel de 1 % para fósforo, diferencias significativas al 5 % para nitrógeno y elementos menores, ninguna significación estadística para potasio y las interacciones respectivas. El rendimiento promedio fue 451.49 kg/ha y el C. V. de 31.22 %. Los tratamientos no fertilizados (n₀) obtuvieron rendimientos promedios de 494.17 kg/ha y se ubican en el primer lugar, mientras que el efecto del fertilizante nitrogenado en forma de úrea actuó en forma negativa reduciendo el rendimiento en 17.27 % con un promedio de 408.81 kg/ha, este efecto se debe a que el chocho por ser leguminosa y por tener las bacterias nitrificantes posee su propio abastecimiento de nitrógeno. Con la aplicación de una dosis de 60 kg/ha de elemento puro de fósforo produjo un incremento en la producción de chocho de 117.15 % en relación a los tratamientos sin fósforo, que alcanzaron promedios de 618.26 kg/ha, en tanto que los tratamientos no fertilizados con fósforo alcanzaron un rendimiento promedio de 284.72 kg/ha.

La fertilización con potasio causó un efecto negativo en el rendimiento de chocho, con la aplicación de 40 kg/ha, se obtuvo 422.62 kg/ha de grano, mientras que con 0 kg/ha se alcanzó a 480.37 kg/ha de grano, es decir se observó una disminución del 12.02 % en relación a los tratamientos no fertilizados, lo cual se atribuye a que el contenido inicial de potasio en el suelo es alto (0.71 meq/100 ml de suelo).

Para elementos menores con la aplicación de 8 kg/ha, en forma de librel se obtuvo un rendimiento de 490.74 kg/ha, mientras que los tratamientos no fertilizados, su rendimiento decreció a 412.24 kg/ha.

El tratamiento T6 (nop1koem1) se presentó como el mejor, con un rendimiento de 851.8 kg/ha de granos de chocho, en tanto que T12 (n1pok1em1) registra el promedio más bajo con apenas 190.8 kg/ha. Posiblemente estos rendimientos habrían sido mejores si se hubiera dado un riego en las épocas críticas del cultivo ya que este se realizó en secano.

En base a los resultados obtenidos en el presente estudio se pudo concluir que:

La aplicación de nitrógeno, fósforo, potasio y los elementos menores no influye en el porcentaje de caída de flores dentro de esta línea de chocho, lo que indica posiblemente que esta característica es más bien genética.

Los mayores rendimientos se obtuvieron con los tratamientos en que se aplicó fósforo en dosis de 60 kg/ha, alcanzando un promedio de rendimiento de 618.26 kg/ha, mientras que los no fertilizados con este elemento a penas alcanzaron un promedio de 284.72 kg/ha.

Con la aplicación de 8 kg/ha de elementos menores se obtuvo un mayor promedio de rendimiento de chocho de 490.74 kg/ha, en relación a los no fertilizados con estos elementos que alcanzaron un promedio de 412.24 kg/ha.

Por la influencia negativa de la fertilización nitrogenada se redujo el porcentaje de emergencia de 96.97 a 82.56 %, el número de plantas cosechadas por parcela neta de 54 a 37 plantas y el rendimiento en 17.27 % de 494.17 a 408.81 kg/ha.

La fertilización con potasio causó un efecto negativo en las siguientes variables: disminuyó el número de flores en el eje central de 28 a 26 flores y el rendimiento de chocho en 12.02 % de 480.37 a 422.62 kg/ha.

El tratamiento T6 (60 kg/ha de P_2O_5 x 8 kg/ha de librel BMX) produjo en términos generales el mayor rendimiento de grano de 851.75 kg/ha, que supera a la producción promedio nacional de los años 1992-1993 que alcanzó 245 kg/ha. Este tratamiento se constituyó en la alternativa más económica con una tasa de retorno marginal de 2589.1 %.

Las correlaciones entre rendimiento Vs altura de planta a la cosecha, número de vainas en el eje central, número de vainas por planta y peso de 100 semillas fueron positivas altamente significativas de 0.85**, 0.72**, 0.69** y 0.73**, respectivamente.

SUMMARY

The present study was completed at the San Juan farm, situated in Cusubamba Parish, Canton Salcedo, Province Cotopaxi, at an altitude of 2900 meters, an average annual temperature of 12.5 oC and an average annual precipitation of 602.6 mm, the soil type was frank-clay, with a pH 7.6 (moderately alkalino).

The objectives were:

1. To study the effect of the application of N-P-K and micro-elements on the dropping of flowers and yields in a promising line of lupin.
2. To complete an economic analysis of the treatments under study.

The factors evaluated were:

1. Fertilization with nitrogen

$$n_0 = 0 \text{ kg N/ha}$$

$$n_1 = 40 \text{ kg N/ha}$$

2. Fertilization with phosphorus

$$p_0 = 0 \text{ kg P}_2\text{O}_5\text{/ha}$$

$$p_1 = 60 \text{ kg P}_2\text{O}_5\text{/ha}$$

3. Fertilization with potassium

$$k_0 = 0 \text{ kg K}_2\text{O/ha}$$

$$k_1 = 40 \text{ kg K}_2\text{O/ha}$$

4. Fertilization with micro-elements

$$em_0 = 0 \text{ kg/ha de Librel BMX}$$

$$em_1 = 8 \text{ kg/ha de Librel BMX}$$

Sixteen treatments were evaluated, the product of the 4 factors studied. A complete block experimental design was used in a factorial arrangement of 24, with 4 repetitions.

The experimental parcel was formed by 4 plots, each one measuring 5 m long x 0.6 m wide (12 m²). The net parcel included 2 plots each measuring 4 m long x 0.6 m wide (4.8 m²).

14 variables were evaluated, applying the DMS and tukey statistical tests at 5% level of significance.

The lupin seed used was # 8 "Morada" and was sown with a sower designed by INIAP's Andean Crops Program. In all treatments, 3 phytosanitary controls were employed, beginning with the emergence of the plants and every 15 days thereafter. One weeding and one hilling was completed at 73 days.

The main results obtained in the present study can be summarized as follows:

For the variable of number of days until the appearance of flowers in the central axis, phosphorus was found to have a highly significant effect. However, the effects of nitrogen, potassium, micro-elements and their respective interactions were found to be statistically insignificant. The overall average was 81.38 days with a coefficient of variation of 1.54%. With the application of phosphorus (p1 = 60 kg/ha), an average of 81 days was obtained, while the treatment without fertilizers (p0) resulted in an average of 82 days (the longest treatment). The best treatment was T6 (nop1koem1) with an average of 79 days.

For the variable, number of flowers in the central axis, statistically significant effects were found for phosphorus ($p = 0.01$) and potassium ($p = 0.05$) but effects of nitrogen, and microelements and the interactions were insignificant. The overall average was 27.27 flowers in the central axis and the coefficient of variation was

10.59%. The highest number of flowers was obtained with the application of level p1 (60 kg/ha) with an average of 28 flowers in the central axis. With potassium, the best level was ko (0 kg/ha) with an average of 28 flowers in the central axis. T13 (40 kg/ha of N X 60 kg/ha of P2O5) resulted in the highest number with 32 flowers, while T1 (control) and T12 (40 kg/ha of N X 40 kg/ha of K2O X 8 kg/ha of librel BMX) resulted in the lowest number of flowers at 24.

For the percentage of fallen flowers in the central axis, Analysis of Variance demonstrated no significant differences between any of the factors studied. The overall average was 65.03% of fallen flowers and the coefficient of variation was 7.12%. Although no significant effects were found for the factors studied, the application of 60 kg/ha of P2O5 and 8 kg/ha of microelements in the form of Librel BMX resulted in a decrease of fallen flowers (64%), while the absence of these elements resulted in a level of 66%. Alternatively, the application of 40 kg/ha of N produced an increase in the percentage of fallen flowers (65.72%) compared to the level no (0 kg/ha) which resulted in 64.33%. For the effect of potassium, large differences were not observed, their averages were similar at 65% of fallen flowers at the applied levels. It was found that T9 (40 kg/ha of N) resulted in the highest number of fallen flowers at 69.20%, while T8 (60 kg/ha of P2O5 X 40 kg/ha of K2O X 8 kg/ha of microelements) was the treatment with the lowest number of fallen flowers at 59.75%. This is probably the result of a physiological response of the lupin plant due to genetic characteristics of the variety or perhaps is the result of pollinization or reproduction.

As soon as to number of pods in the central axis, Analisis of Variance, detected significant effects for phosphorus and micro-elements, but no significant differences for nitrogenum, potassium and their interactions. The overall average was 10 pods in the central axis and the coefficient of variation was 15.18 %. The treatments fertilized with phosphorus reached an average of 10 pods in the central axis, while the treatment not fertilized presented an average of 9 pods in the central axis, the fertilization with micro-elements reached an average of 10 pods in the central axis, while that the treatments not fertilized (emo) showed an

average of 9 pods in the central axis. The treatment T13 (40 kg/ha of N plus 60 kg/ha of Phosphorus), resulted de highest yield with an average of 12 pods in the central axis, while that T9 (40 kg/ha of N) resulted the lowest with average of 8 pods in the central axis.

On the other hand to yield of grain,. Analisis of Variance found statistically significant differences the level of 1 % for phosphorus, and significant differences for nitrogenum and micro-elements. While de effect of potassium and interactions where insignificant. The overall average was 451,49 kg/ha and the coefficient of variation was 31.32 %. The treatments not fertilizad (no) showed the highest yield with 494.19 kg/ha, while the treatments with nitrogenum in form of urea actued in a negative form, the yield reduced in 17,27 %, with an average of 408.81 kg/ha. It cuold be a consequence of capacity of leguminous plants to catch nitrogenum from the air by the nitrificant bacterium. The aplicacion of 60 kg/ha of phosphorus resulted at least 117,15 % of increase in grain yield, compared with control (no phosphorus) . The differences of yields were: from 618,26 to 284,12 kg/ha in the parcels fertilized with phosphorus and without phopshorus respectively.

The aplicacion of potassium caused in a negative effect of lupin yield. The aplicacion of 40 kg/ha of potassium resulted in 422,62 kg of grain/ha, while the control (no potassium) resulted in 480,37 kg of grain/ha. It meant at least 12,02 % grain yield disminution. It cuold be result of enough potassium in the soil (0.71 meq/100 ml of soil).

The aplicacion of 8 kg/ha of microelements (which product comercial was Librel), resulted in 490,74 kg/ha of grain yield, while the treatment not fertilized, it resulted in only 412,24 kg/ha of yield.

The treatment T6 (nop1koem1), in what. It was fertilized only with phosphorus and micro-elements, resulted in the highest grain yield, with 851,8 kg of grain/ha while the treatment T12, what was fertilized with nitrogenum,

potassium and micro-elements resulted in the lowest yield with only 190,8 kg/ha. It was felt that the overall yields could have been better if we could have applicated irrigation, during the crop period, but it was not possible.

In accordance with the main results, of this experiment we could point out the following conclusions:

The aplication of nitrogenum, phosphorus, potassium and micro-elements not affected in the fallen flowers porcentaje, the fallen flowers could be a genetic effect.

The application of 60 kg/ha of phosphorus resulted in 618,26 kg/ha of yield, while the treatment without phosphorus resulted only 284,72 kg/ha of grain yield.

The application of 8 kg/ha of micro-elements resulted in 490,74 kg/ha of grain yield, while the treatment without micro-elements yielded only 412,24 kg/ha.

The negative influence of nitrogenum was observed in: emerged plants porcentaje what decreased from 96,79 % (control) to 82,56 % (treatment with nitrogenum), harvested plants number per parcel, what decreased from 54 (control) to 37 (treatment with nitrogenum) and grain yield what decreased from 494,17 kg/ha (control) to 422,62 kg/ha (treatment with nitrogenum).

The application of potassium resulted in a negative effect in number of flowers in the central axis as well as in the grain yield variables. The decrease was: from 28 to 26 flowers per central axis and from 480,37 to 422,62 kg/ha of grain yield for treatment with and without potassium respectively.

The treatment T6 (60 kg/ha of phosphorus and 8 kg/ha of micro-elements) resulted in the highest grain yield 851,75 kg/ha. It was higher than the national average of productivity for 1992 and 1993 (245 kg/ha). This treatment (T6) was the best economical alternative, which marginal return rate was 2589,1 %.

Correlations between yield and height of the plant at harvest, number of pods in the central inflorescence, number of pods per plant and the weight of 100 seeds were all positively statistically significant at 0.85 **, 0.72**, 0.69** and 0.73**, respectively ($p < 0.05$).