

## CORRELACIONES ENTRE PESO SECO DE CAFE Y PASTO Y ANALISIS DE SUELOS

Jaime Parra H.\*

### INTRODUCCION

El fin principal de los análisis de suelos es promover el uso efectivo de los fertilizantes y la cal, por medio de recomendaciones correctas. Para alcanzar este objetivo es preciso comparar experimentalmente los resultados de los análisis con la respuesta de los cultivos a la fertilización en suelos de diferente naturaleza y diversas condiciones de clima, por medio de investigaciones especialmente orientadas. Este requisito de calibración previa es norma general para obtener ventajas de la fertilización (4, 6, 10, 11).

Es común determinar en los suelos materia orgánica y nitrógeno orgánico total, porque en la descomposición de la materia orgánica se provee el nitrógeno indispensable para las plantas. Sin embargo, el proceso de solubilización del nitrógeno es lento y depende de muchos factores que limitan su eficiencia. Parece que los compuestos solubles de nitrógeno resultantes de la oxidación de la materia orgánica, son indicio verdadero de la disponibilidad de este elemento en el suelo, aunque su evaluación estaría limitada por rápido movimiento y remoción, lo mismo que por las fluctuaciones estacionales (2,3).

En cuanto al fósforo, son comunes los trabajos sobre fraccionamiento químico de este elemento en el suelo y cálculos de correlación de las distintas fracciones con el denominado "fósforo disponible" para la planta.

Al-Abbas y Barber (1) encontraron que los fosfatos de hierro eran los compuestos fosfóricos que presentaban la mayor variación en un análisis de regresión al comparar con el crecimiento de las plantas en un experimento con 24 suelos diferentes.

---

\* Jefe de la Sección de Química Agrícola del Centro Nacional de Investigaciones de Café, Chinchiná, Caldas.

Como un intento de la forma para lograr la interpretación de algunos análisis corrientes del suelo, en el presente trabajo se estiman las relaciones entre el crecimiento de café y pasto, expresado en peso seco, y los contenidos de nitrógeno orgánico total y fósforo del suelo.

#### MATERIALES Y METODOS

El experimento se hizo en el invernadero del Centro Nacional de Investigaciones de Café, en 20 suelos tomados en importantes regiones cafeteras. Estos suelos son los mismos utilizados por el autor en su trabajo "Correlaciones entre los contenidos de nitrógeno y fósforo del suelo y la composición del tejido vegetal de café y pasto" (10). En consecuencia, habían recibido los mismos tratamientos descritos, de los cuales repetimos el de fertilización por considerar que se debe tener muy presente para la interpretación de los resultados.

Los suelos recibieron los siguientes fertilizantes en el momento de la siembra, a razón de 500 kilogramos por hectárea:

Fertilizante completo (A)	N10	P20	K10
Fertilizante parcial sin nitrógeno (B)	N0	P20	K10
Fertilizante parcial sin fósforo (C)	N10	P0	K10

Al cosechar el experimento se tomaron los siguientes datos y efectuaron algunos análisis químicos:

Vegetales: Materia seca, hasta peso constante a 105°C.

Suelos: Nitrógeno orgánico total, método Kjeldahl (12)

Fósforo soluble, método Bray I y Bray II (5)

Fósforo soluble, método convencional (7)

#### RESULTADOS

##### Peso seco de las plantas

Los suelos mostraron diferente capacidad para producir materia seca, resultando agrupaciones estadísticamente diferentes, conforme a

julio - septiembre 1971

las pruebas de Duncan, procedimiento modificado para comparaciones múltiples. El rendimiento fluctuó desde 9.43 gramos por parcela en los suelos menos productivos hasta 38.79 en los más productivos, en promedio para los dos cultivos.

También, como se aprecia en la tabla 1, para el peso promedio de los dos cultivos, el uso de fertilizantes carentes de nitrógeno o de fósforo produjo un menor crecimiento de las plantas.

TABLA 1. Peso seco en gramos de café y pasto, después de seis meses de siembra en 20 suelos diferentes.

	Promedio Café y Pasto	Café	Pasto
Fertilizante A	28.22	8.55	47.88
Fertilizante B	26.57	9.34	43.80
Fertilizante C	22.32	6.32	38.33

\*\* Diferencia significativa al 1%

Sin embargo, de acuerdo al análisis de varianza se encontró interacción significativa entre cultivos y fertilización, o sea que se observó un comportamiento especial de cada cultivo a la fertilización.

En concordancia con esto, el mayor crecimiento de café se obtuvo con un fertilizante carente de nitrógeno, y en pasto se obtuvo con un fertilizante completo. En ambos cultivos la menor cantidad de materia seca resultó al omitir el fósforo en la fertilización.

Por otra parte, al confrontar los cultivos de café y pasto, en los suelos del experimento, se encontró distinto comportamiento respecto al rendimiento de materia seca, después de seis meses de siembra. Este comportamiento consiste en que el crecimiento del pasto declina más rápidamente, en comparación con café, al pasar de los suelos de alta producción a los de bajo rendimiento (figura 1).

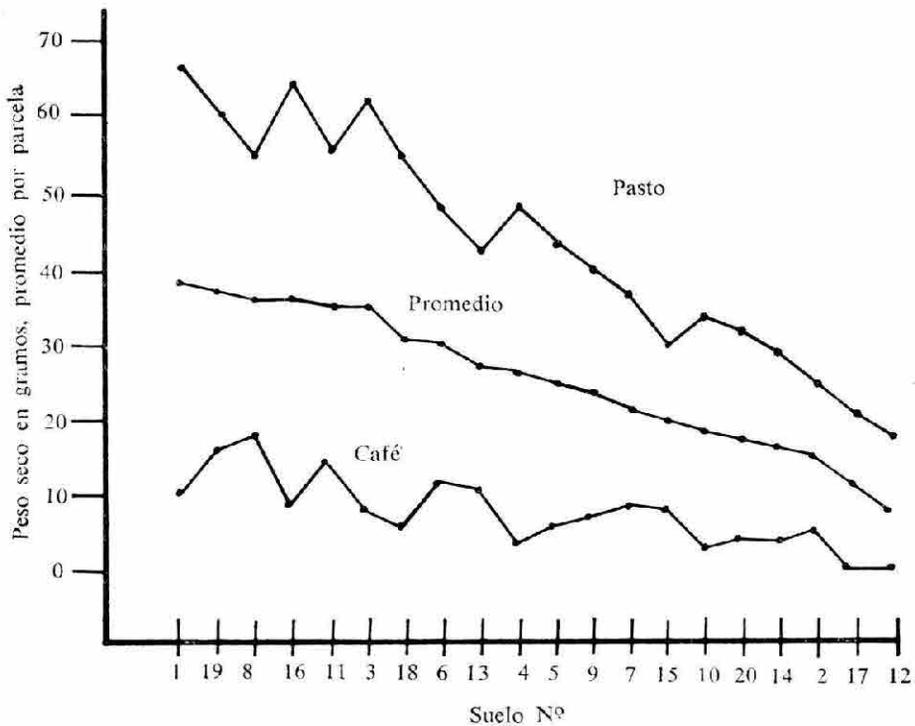


FIGURA 1. Peso seco de café y pasto y promedio de las dos plantas, cultivadas en 20 suelos diferentes.

De acuerdo con la figura 1, se puede suponer que en los suelos del experimento hay propiedades que varían en forma regular al pasar de uno a otro, y ésta variación se refleja en un crecimiento de diferente magnitud en las dos plantas indicadoras.

### Análisis de suelos

Los resultados del experimento se pueden resumir en la siguiente forma, de acuerdo con el estudio estadístico de los análisis de suelos:

En el contenido de fósforo del suelo extraído por tres métodos diferentes, se observó diferencia significativa al comparar los suelos entre sí, los cultivos de café y pasto y también la clase de fertilizante empleado.

Al extraer el fósforo del suelo por distintos procedimientos analíticos, la mayoría de las veces la concentración hallada de este elemento para los valores extremos, pertenece a distintos suelos (tabla 3). La evaluación anterior es general para los dos cultivos y los tres fertilizantes.

Conforme a la prueba de Duncan, hubo diferencia significativa en la concentración de fósforo soluble extraído por los tres métodos, siendo menor la concentración de fósforo en los suelos sembrados con pasto (tabla 4).

TABLA 3. Valores extremos del fósforo soluble extraído por los métodos Bray I, Bray II y Convencional.

Método de análisis	Límite inferior		Límite superior	
	Suelo N°	Fósforo (P) ppm	Suelo N°	Fósforo (P) ppm
Bray I	10	1.5	16	49.0
Bray II	12	2.3	8	80.0
Convencional	12	4.8	15	138.0

TABLA 4. Concentración de fósforo soluble, después de cultivar con café y pasto pangola (Promedio para los 20 suelos).

Método de análisis	Concentración de fósforo ppm	
	Café	Pasto Pangola
Bray I	13.4	11.9
Bray II	29.7	25.5
Convencional	23.7	19.4

La concentración de fósforo soluble fue menor en los suelos fertilizados con una mezcla de nutrientes carente de este elemento (tabla 5).

**TABLA 5.** Concentración de fósforo soluble, con posterioridad a la fertilización y cultivo.

Método de análisis	Concentración de fósforo ppm		
	F e r t i l i z a n t e s		
	A	B	C
Bray I	14.7	15.0	8.6
Bray II	31.2	34.6	17.1
Convencional	23.3	23.0	18.3

En cada uno de los métodos Bray I, Bray II y Convencional se encontraron interacciones con significado estadístico entre suelos, fertilizantes y planta índice.

#### **Correlaciones entre peso seco y análisis de suelos**

La evaluación de las correlaciones entre crecimiento de las plantas y composición del suelo se hizo porque hay razones biológicas para suponer que estas variables son interdependientes.

Se esperaba que el peso seco de las plantas de café y pasto dependiera del porcentaje de nitrógeno o materia orgánica del suelo. Sin embargo, no se encontró proporcionalidad alguna entre el crecimiento de las plantas y estas dos variables.

Con respecto al fósforo, se encontró dependencia entre el peso seco de las plantas, en los dos cultivos, y la cantidad soluble de este elemento en el suelo.

En la tabla 6 se presentan los coeficientes de correlación entre el peso seco de café y pasto y el fósforo soluble del suelo, determinado por los métodos Bray I, Bray II y Convencional. La evaluación de los coeficientes de correlación de la tabla 6 corresponde al promedio de los tres fertilizantes y además para cada uno de estos, en forma individual.

TABLA 6. Coeficientes de correlación (r) entre el peso seco de café y pasto y el fósforo soluble de 20 suelos diferentes, después de seis meses de siembra.

Método de análisis	C a f é				Pasto			
	Fertilizantes				Fertilizantes			
	(A+B+C)	A	B	C	(A+B+C)	A	B	C
Bray I	0.510*	0.621**	0.533*	0.296	0.430	0.260	0.428	0.529*
Bray II	0.550*	0.596**	0.532*	0.347	0.310	0.156	0.306	0.455*
Convencional	0.330	0.280	0.313	0.324	-0.090	0.059	-0.111	-0.022

\*\* Significativo para P:0.01

\* Significativo para P:0.05

Las correlaciones de más alto nivel se presentaron en café fertilizado con mezclas que contenían fósforo (fertilizantes A y B). En pasto, con una probabilidad del 5%, también hubo correlación pero con el uso de fertilizantes exentos de fósforo (fertilizante C). Estas diferencias significativas resultaron con el uso de los métodos Bray I y Bray II en los análisis de suelos.

Ya que el peso seco de las plantas depende del fósforo soluble del suelo, según la tabla 6, se hicieron los cálculos estadísticos de las ecuaciones de regresión lineal, que pasan por el origen.

En la tabla 7 se presentan los coeficientes de regresión (b) entre el peso seco de las plantas y el fósforo disponible del suelo. Los valores de estos coeficientes están dados en gramos por planta para café y en gramos por parcela para pasto, por cada parte por millón de fósforo aprovechable en el suelo.

TABLA 7. Coeficientes de regresión (b) entre peso seco y fósforo aprovechable del suelo.

Método de análisis	Café		Pasto
	Fertilizante		Fertilizante
	A	B	C
Bray I	0.13**	0.085*	1.400*
Bray II	0.053**	0.040*	0.688*

\*\* Significativo para P:0.01

\* Significativo para P:0.05

Los coeficientes anteriores indican que cada parte por millón de fósforo en el suelo representa por aproximación el doble de peso de material vegetal cuando se usa el método Bray I en el análisis de suelo. O sea que para la producción de materia seca, tiene mayor eficiencia una parte por millón de fósforo extraída por el método Bray I que la misma cantidad de este elemento solubilizada por el procedimiento Bray II.

#### DISCUSION DE RESULTADOS

Con los resultados obtenidos se podría afirmar que el peso seco de café y pasto no está asociado al contenido de nitrógeno total del suelo.

A propósito de esto, se deben tener en cuenta los estudios de Gasser (2,3) sobre los principales factores que inciden en las correlaciones entre diversas formas nitrogenadas del suelo y la producción, en condiciones de campo e invernadero. Gasser encontró que las formas de nitrógeno nítrico y amoniacal están directamente relacionadas con el rendimiento de cebada, al estudiar su comportamiento en 17 suelos diferentes.

Sin embargo, como el porcentaje de estas formas nítricas y amoniacales, no es constante en los suelos con relación al nitrógeno total y puede estar influenciado por diversos factores, (8,9) y en el presente trabajo no se determinó la cantidad existente de dichos compuestos, que parecen ser las formas aprovechables del nitrógeno, los resultados obtenidos no permiten apreciar la verdadera respuesta del café y el pasto a la fertilización nitrogenada.

Además de lo anterior, es posible que por realizarse el experimento en macetas de invernadero donde no se presentan condiciones de lixiviación, existiera nitrógeno disponible en los suelos, en tal nivel, que las plantas no necesitaran fertilización nitrogenada adicional.

En el caso del fósforo la situación fue diferente; la concentración de este elemento en el suelo mostró claras relaciones con el fertilizante, la clase de cultivo, y el método de análisis seguido en su determinación.

La concentración de fósforo resultó notablemente superior en los suelos que recibieron fertilizantes fosfóricos o fueron cultivados con café. Los métodos Bray I, Bray II, que mostraron correlaciones significativas con el peso seco de las plantas, son usados ampliamente en la zona templada en el análisis de fósforo disponible del suelo. Su solución extractora contiene ácido clorhídrico diluído y fluoruro de amonio y puede solubilizar fosfatos de hierro y aluminio.

julio - septiembre 1971

Las correlaciones entre el peso seco del pasto y el fósforo del suelo, extraído por los métodos Bray I y Bray II, solamente se presentan cuando el cultivo ha recibido un fertilizante carente de fósforo. Se vió en el estudio de los datos, que parece haber en el suelo suficiente cantidad de este elemento para atender las necesidades del cultivo. En café la situación es opuesta; no hay correlaciones entre el peso seco de las plantas y el fósforo soluble del suelo, con el uso de un fertilizante exento de fósforo, porque omitiendo este nutriente decae notablemente la producción de materia seca y la correlación desaparece.

#### RESUMEN

Aunque son comunes los ensayos de invernadero para estudiar la fertilidad de los suelos, se sabe poco sobre la relación existente entre los índices de crecimiento de las plantas y los análisis de suelos.

En una prueba de invernadero en 20 suelos de la zona cafetera colombiana, se comparó el peso seco de plantas de café y pasto con los análisis de nitrógeno orgánico total y fósforo aprovechable, éste último determinado por tres procedimientos de laboratorio.

En el peso seco de las plantas y los análisis de fósforo soluble se encontraron efectos significativos de suelos, fertilizantes, planta índice y de las interacciones entre estos factores.

No hubo correlaciones entre peso seco de café o pasto y el porcentaje de nitrógeno en el suelo. Las correlaciones entre peso seco del pasto y fósforo del suelo resultaron con el uso de fertilizantes carentes de fósforo. En café también hubo correlación entre estas variables pero se requiere el uso de fertilizantes fosfóricos. Tanto en café como en pasto se necesita analizar los suelos por los métodos Bray I o Bray II.

Se concluye por lo tanto que para interpretar correctamente un análisis de suelos y recomendar fertilizantes, es preciso una calibración previa basada en los análisis de correlación y regresión en la cual se tenga en cuenta el cultivo, el fertilizante empleado y los métodos de laboratorio para analizar los suelos.

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- AL-ABBAS, A. H. and BARBER, S. A. A soil test for phosphorus based upon fractionation of soil phosphorus. I. Correlation of soil phosphorus fractions with plant-available Phosphorus. Soil Science Society of America, Proceedings 28(2): 218-221 1964.
- 2.- GASSER, J. K. R. and JEPHCOTT, B. M. Soil nitrogen. VIII. Some factors affecting correlations between measurements of soil-N status and crop performance. Journal of the Science of Food and Agriculture 15(6):422-428. 1964.
- 3.- ——— and WILLIAMS, R. J. B. Soil nitrogen. VII. Correlations between measurements of nitrogen status of soils and nitrogen % and nitrogen content of crops. Journal of the Science of Food and Agriculture 14(4): 269-277. 1963.
- 4.- HANNA, W. J. and FLANNERY, R. L. Current New Jersey research in chemical soil testing. Journal of Agricultural and Food Chemistry 8(2):92-94. 1960.
- 5.- JACKSON, M. L. Soil chemical analysis. Englewood Cliffs, Prentice-Hall, 1958. 498 p.
- 6.- KAMPRATH, E. J. and FITTS, J. W. Interpretation of soil tests and application as charted by current research. Journal of Agricultural and Food Chemistry 8(2): 94-96. 1960.
- 7.- LOPEZ A., M. Determinación de fósforo aprovechable en suelos tropicales. Cenicafé (Colombia) 9(5-6): 109-120. 1958.
- 8.- MALAVOLTA, E. Manual de química agrícola - adubos e adubacao. 2ª. ed. rev. & aum, Brasil, Edicao "Ceres", 606 p. 1967.
- 9.- MULLER, L. La nutrición mineral de las plantas. In P. de T. Alvin. Curso internacional de "bases fisiológicas de la producción agrícola" (octubre 26 - diciembre 12, 1959). Lima, Perú, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. pp. 1-33. vol. 1. Conferencias. 1959.
- 10.- PARRA H., J. Correlaciones entre los contenidos de nitrógeno y fósforo del suelo y la composición del tejido vegetal en café y pasto. Cenicafé (Colombia) 22(1): 18-26. 1971.
- 11.- REED, J. F. Chemical basis for soil testing. Journal of Agricultural and Food Chemistry 4(2):116-123. 1956.
- 12.- SRINIVASAN, A. Determination of nitrogen in soils. I. Indian Journal of Agricultural Science 2(5):525-530. 1932.