

Caracterización edafo-nutricional del sistema de producción tradicional y orgánico del café (*Coffea arabica* L.) cv Bourbon

Edafo-nutritional characterization of the traditional and organic coffee (Coffea arabica, L.) cv Bourbon production systems

Vicente Lee Rodríguez ¹
Romeo Francisco Esponda Gálvez ²

RESUMEN

El café (*Coffea arabica* L.) es uno de los cultivos de mayor importancia en México, por la gran cantidad de empleos que demanda y divisas que genera por su exportación. Chiapas es uno de los estados que destaca en este cultivo por superficie establecida y porcentaje de producción nacional, pero el manejo nutrimental que se le da al cultivo en su mayoría es deficiente, con bajos volúmenes de producción. Con la finalidad de definir un manejo nutrimental más eficiente e integrar a un buen uso los residuos de las malezas y cultivo, se condujo el presente estudio en la finca Santa Bárbara, en el municipio de Motozintla, Chiapas; aplicándose macro y micronutrientes en forma sólida y líquida en una, dos y tres frecuencias de aplicación, así como un activador orgánico de suelos y un tratamiento testigo (3 kg de pulpa de café por planta).

Se encontró que con la nutrición líquida conforme se aumentaron las frecuencias de aplicación, se incrementó el diámetro de las ramas principales, longitud y diámetro de las ramas secundarias. El activador orgánico sólo fue superior al testigo y similar a la nutrición sólida; cuando se adicionó a la nutrición sólida y líquida fueron más eficientes.

Los rendimientos de café cereza y pergamino fueron significativamente superiores con la nutrición líquida, se incrementaron conforme se aumentaron las frecuencias de aplicación; con el compuesto orgánico solo, fueron superiores al testigo y su adición a la nutrición sólida con una y dos frecuencias de aplicación fueron estadísticamente iguales a la nutrición líquida con tres frecuencias de aplicación. Con respecto al café vano los rendimientos se redujeron conforme se aumentaron los niveles de nutrición.

Palabras clave: nutricional, líquidos, sólidos, orgánico, manejo, residuos de cosechas.

ABSTRACT

Coffee (*Coffea arabica* L.) is one of the most important produces of Mexico due to the large number of jobs it helps create and to the amount of money its exportation generates. According to its established plantation area and to the percentage of the national production, Chiapas is one of the main producers of coffee in Mexico. However, the nutrimental managing of the product is deficient and with low levels of production. With the objective of defining more efficient nutrimental managing and integrating better use of residuals of the crops, this study was carried out at Finca Santa Barbara, in the municipality of Motozintla, Chiapas. Solid and liquid macronutrients and micronutrients were applied in one, two and three frequencies of application, as well as an organic activator of soils and a control treatment (3 kg of coffee pulp per plant).

It was found out that as the frequency of application of liquid nutrition was increased, the diameter of the main branches and the length and diameter of the secondary branches increased as well. The organic activator was only superior to the control group and similar to solid nutrition; it was more efficient when it was added to both liquid and solid nutrition.

The production of coffee cherries and parchment was significantly higher with liquid nutrition; it increased as the frequency of application was increased. With the organic compound alone, the production was higher than in the control group; its addition to solid nutrition with one and two frequencies of application, produced statistically equal results to liquid nutrition with three frequencies of application. As far as vain coffee beans, the production was reduced as the levels of nutrition were increased.

Key words: nutrimental, liquids, solids, organic, management, crop residuals.

INTRODUCCIÓN

En el sur del país el cultivo de mayor interés es el café por los empleos y las divisas que genera su exportación. Se cultivaron 745 600 ha en el ciclo

94-95, que produjeron 4 157 000 sacos de 60 kg con un promedio de 5.6 sacos de 60 kg/ha⁻¹. Los estados productores sobresalientes son Veracruz, Oaxaca, Puebla y Chiapas, con un aporte de 85% de la producción nacional.

¹ Facultad de Ciencias Agrícolas. Campus IV. UNACH. Entronque Carretera Costera y Estación Huehuetán, Huehuetán, Chiapas. Tel. fax 01- 964-6 27 01 28.

² Estudiante Graduado. Coordinación de Estudios de Posgrado e Investigación. Universidad Autónoma de Chiapas, Facultad de Ciencias Agrícolas. Campus IV.

Chiapas, con 231 000 ha en el ciclo 97-98 produjo 1 632 300 sacos de 60 kg de café pergamino, con un promedio de 7.1 sacos de 60 kg/ha⁻¹, el 39% de la producción nacional. Dicho rendimiento comparado con los de Brasil y Costa Rica de 34 sacos de 60 kg ha⁻¹ son muy poco prometedores, aunado a esto los fluctuantes precios traen consigo bajas utilidades a los cafetaleros chiapanecos.

El conocer las características físicas y químicas de los suelos cultivados es tan importante como el agua, temperatura, humedad, cultivar adecuado, densidad, regulación de sombra, poda, repoblación, control de plaga, enfermedades y malezas. La acción integrada de todos estos factores define una buena producción de café; sin embargo, una nutrición balanceada reduce la incidencia y/o aumenta la tolerancia del cultivo a alguno de los factores citados. Por tal motivo, con objeto de definir un manejo nutrimental más integrado a un buen uso de los residuos de malezas y cultivo en función de las características edáficas, se planeó iniciar (1998) el presente estudio.

En Tapachula, Chiapas, INMECAFE (1979) estudió cuatro fórmulas de fertilización en la variedad Bourbon a 1 350 msnm de cuatro años de edad y una densidad de 774 plantas ha⁻¹; los mejores resultados se obtuvieron con la fórmula 18-8-15 en dosis de 700 g/planta/año, distribuidos en los meses de febrero (200 g), junio (300 g) y octubre (200 g) con un rendimiento medio de 10 años de 18.0 qq/ha⁻¹.

Castillo et al. (1996) señalan que la nutrición del café varía en función de la naturaleza del suelo, pero que en general requiere la fórmula 270-140-180 ha⁻¹ año⁻¹. En una plantación de 7 086 plantas ha⁻¹ de la variedad Caturra; Girón (1992) estudió alternativas para definir la mejor combinación y distribución anual de N, P y K, reportan que la mejor combinación fue de 42, 28 y 42 g/planta de N, P₂O₅ y K₂O respectivamente en dos aplicaciones una en junio de N y P y otra en agosto de K, con un rendimiento medio de 18.6 T/ha⁻¹ de café cereza. Palma, Herrera y Oseguera (1989) en un estudio sobre densidades y niveles de nutrición, refieren que el mejor rendimiento de 18.7 qq/ha⁻¹ de café oro lo obtuvieron con una densidad de 4 900 plantas/ha⁻¹ y una nutrición de 650 kg/ha⁻¹ año⁻¹ de la fórmula 18-6-12-4-2 (N-P-K-Mg-B). Girón y Sandoval (1989) estudiaron la

nutrición líquida y granular en plantas de la variedad Caturra a una densidad de 10 000 plantas/ha⁻¹, obteniendo los mejores resultados con la nutrición líquida. Valenzuela y Lee (1995), así como Lee, Beltrán, Lerma y Licón (1998) demostraron la mejor eficiencia de la nutrición líquida en base ácida, que la sólida en los suelos calcáreos del estado de Chihuahua. En el trópico húmedo de la región Soconusco, dadas sus características típicas de alta humedad relativa y precipitación, la nutrición líquida ha sido más eficiente por la reducción en las pérdidas por gasificación y volatilización principalmente de los fertilizantes nitrogenados por su alta higroscopicidad, así como las pérdidas por arrastre se reducen a cero.

INMECAFE (1990) señala que la adición de abonos orgánicos es una manera práctica de complementar la fertilidad del suelo y la pulpa del café representa una fuente importante, pero que no sustituye totalmente a la nutrición inorgánica. Blanco (1988) menciona que la nutrición orgánica se puede realizar a través de técnicas de empajado o mulching, abono verde, estiércoles, pulpa y cascabillo de café. Castillo et al. (1996) indican que el uso del abono orgánico es de gran valor cuando se cuenta con suficiente cantidad y se puede adquirir a bajo costo, en fincas de café es muy ventajoso en suelos degradados y poco fértiles o para mantener la fertilidad natural del mismo. Girón, Bacarro y Quevedo (1980) evaluaron la nutrición orgánica a partir de pulpa de café composteado en dosis de 112 g/planta en tres frecuencias de aplicación (FA), la nutrición inorgánica a base de la fórmula 20-20-0 en dosis de 28 g/planta en tres FA, y la misma fórmula en dosis de 5, 10 y 15 g/planta solubilizados en 50 cc de agua en dos, tres y cinco FA, encontraron que los rendimientos de café cereza con cinco (17.8 qq/ha⁻¹) y tres (14.4 qq/ha⁻¹) FA, fueron superiores a los de la nutrición sólida de 28 g/planta en tres FA (9.8 qq/ha⁻¹), concluyendo que la nutrición líquida fue superior a la sólida. Barrientos (1991) estudió durante cinco años la nutrición orgánica, reportando que con la pulpa de café fresca o composteada con la adición de fertilizante, obtuvo los mejores rendimientos de café pergamino; por otro lado, Alfaro (1995) manejando la broza del café descompuesta en varias frecuencias de aplicación y la adición de una fórmula fertilizante, obtuvo los mejores rendimientos de café cereza.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó durante el ciclo 1998, en la finca Santa Bárbara, Motozintla, Chiapas, con una altitud de 730 msnm, la variedad Bourbon de cinco años de edad y una densidad de 3 330 plantas/ha⁻¹. En el área experimental se abrió un perfil para la caracterización física y química del suelo, cuyas muestras fueron analizadas en el laboratorio de análisis de suelo-agua-planta (LASAP) de la Facultad de Ciencias Agrícolas C-IV de la UNACH.

Los tratamientos se presentan en el cuadro 1, en su selección se consideró la nutrición y manejo

agronómico en los cafetales del área, y los beneficios de la nutrición líquida principalmente con los fertilizantes nitrogenados en el trópico húmedo del Soconusco. Las fuentes, composición y costos de las fórmulas líquidas y sólida usadas se presentan en los cuadros 2 y 3; también se usó un activador de suelos (Agrigro) cuya base principal proviene de 30 bacterias como *Clostridium* y *Azotobacter* fijadoras de N no simbiótico; para su preparación se usaron 500 ml del activador en 50 lts de agua adicionando 500 g de azúcar la noche anterior a ser aplicado, según instrucciones del fabricante.

Los tratamientos se aleatorizaron en un diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, la unidad experimental fue

Cuadro 1. Lista de tratamientos utilizados en el experimento, finca Santa Bárbara, municipio de Motozintla, Chiapas, durante el ciclo 1998.

Número	Simbología	Tratamiento
1	T	Testigo 3 kg de pulpa/planta
2	NL1	100 ml/planta de ¹ FL
3	NL2	100 ml/planta de ¹ FL en dos ³ FA
4	NL3	100 ml/planta de ¹ FL en tres ³ FA
5	NS1	43 g/planta de ² FS
6	NS2	43 g/planta de ² FS en dos ³ FA
7	PO	100 ml/planta de un activador de suelos orgánico
8	NL1+PO	100 ml/planta de ¹ FL más activador de suelos
9	NL2+PO	100 ml/planta de ¹ FL en dos ³ FA más activador de suelos
10	NS1+PO	43 g/planta de ² FS más activador de suelos
11	NS2+PO	43 g/planta de ² FS en dos ³ FA más activador de suelos

Donde:

¹FL: Fórmula Fertilizante Líquido.

²FS: Fórmula Fertilizante Sólido.

³FA: Frecuencia de Aplicación.

Las frecuencias de aplicación fueron cada 30 días según el tratamiento correspondiente.

Cuadro 2. Composición y costo de la fórmula fertilizante líquida aplicada en el café. Motozintla, Chiapas.

Cantidad y producto comercial	Unidades en 100 lt de agua	Nutrientes 100 ml/planta	Costo del prod. comercial (\$)
17.0 kg Urea (46-0-0)	7.82 kg de N	7.82 g de N	28.90
14.5 kg SFT (0-46-0)	6.64 kg de P2O5	6.64 g de P2O5	36.25
13.0 kg KCl (0-0-60)	7.8 kg de K2O	7.8 g de K2O	31.20
1.5 kg ZnSO4 (35.5% Zn)	532.5 g de Zn	0.532 g de Zn	10.50
6.5 kg MgSO4 (9.7% Mg)	630.5 g de Mg	0.630 g de Mg	52.00
1.3 kg CuSO4 (24% Cu)	312.0 g de Cu	0.312 g de Cu	13.00
1.5 kg MnSO4 (31.5% Mn)	472.5 g de Mn	0.472 g de Mn	10.50
0.45 kg Bórax (20% B)	90.0 g de B	0.090 g de B	3.60
0.05 kg Molibdato de Na (31% Mo)	15.5 g de Mo	0.015 g de Mo	9.50
			Total =195.45

1 000 plantas/100 litros de fórmula
\$ 0.195 planta⁻¹ más la aplicación.

Cuadro 3. Composición y costo de la fórmula fertilizante sólida aplicada en el café. Motozintla, Chiapas.

Cantidad y producto comercial	Unidades 10 kg de mezcla	Nutrientos en 43 gr/planta	Costo del producto comercial (\$)
3.0 kg Urea (46-0-0)	1.38 kg de N	5.93 g de N	5.10
2.6 kg SFT (0-46-0)	1.20 kg de P2O5	5.16 g de P2O5	6.50
2.3 kg KCl (0-0-60)	1.38 kg de K2O	5.93 g de K2O	5.52
26 g ZnSO4 (35.5% Zn)	9.33 g de Zn	0.04 g de Zn	0.18
1.14 g MgSO4 (9.7% Mg)	110.6 g de Mg	0.47 g de Mg	9.12
22 g CuSO4 (24% Cu)	5.28 g de Cu	0.023 g de Cu	0.22
26 g MnSO4 (31.5% Mn)	8.19 g de Mn	0.036 g de Mn	0.18
15 g Bórax (20% B)	3.0 g de B	0.013 g de B	0.12
8 g Molibdato de Na (31% Mo)	2.48 g de Mo	0.011 g de Mo	1.52
	10 kg de mezcla		Total = 28.46

232 plantas/10 kg de mezcla
 \$ 0.123/planta⁻¹ más la aplicación.

de seis plantas y la útil las dos centrales. La aplicación de los tratamientos en cantidad y tiempo se realizó en forma de media luna en la parte superior de la pendiente; antes se realizó la poda del cafetal.

Durante la conducción del estudio, se midieron las siguientes variables: diámetro de las ramas principales, diámetro y longitud de las ramas secundarias (bandolas), altura de

planta y los rendimientos de café cereza, pergamino (12% humedad) y vano; las cuales fueron estadísticamente analizadas y realizada la comparación de medias (Tukey), para lo cual se usó el paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS), con los valores de las variables se realizaron regresiones para obtener sus modelos empíricos y tendencias usando la hoja electrónica Excel.

Cuadro 4. Costo de cada uno de los tratamientos de nutrición por planta y por hectárea. Motozintla, Chiapas. Ciclo 1998.

Tratamiento	Costo/planta	% del I.T** Costo/Ha ⁻¹	Rendimiento x S ¹ ha ⁻¹	x \$940.00/S ¹ IT**	% del Ingreso Total % Rendimiento
T			16.41	15,425.4	15,425.40
NL1	0.195	2.0% 649.93	35.59	33,454.6	98.0% 32,804.67
NL2	0.390	3.5% 1,299.87	39.12	36,772.8	96.5% 35,472.93
NL3	0.585	5.0% 1,949.80	41.84	39,329.6	95.0% 37,379.80
NS1	0.123	1.6% 409.95	28.20	26,508.0	98.4% 26,098.05
NS2	0.246	2.7% 819.92	32.65	30,691.0	97.3% 29,871.08
PO	0.116	1.4% 387.96	28.96	27,222.4	98.6% 26,834.44
NL1+PO	0.311	2.7% 1,036.56	41.19	38,718.6	97.3% 37,682.04
NL2+PO	0.622	5.2% 2,073.12	42.38	39,837.2	94.8% 37,764.08
NS1+PO	0.239	2.3% 796.58	36.95	34,733.0	97.7% 33,936.42
NS2+PO	0.478	4.1% 1,593.17	41.30	38,822.0	95.9% 37,228.83

* Agrigro. Costo de 10 litros = \$120.00 Dils. \$1 dólar = \$9.50 pesos.
 **IT = Ingreso Total.
 S¹ = Sacos de 57.5 Kg.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La caracterización física y química del suelo se presenta en el cuadro 4; su reacción (pH) es ligeramente ácida, sin problemas de sales ni de sodio, de textura permeable y bajos contenidos de materia orgánica, que lo identifican como un suelo de bajo potencial de fertilidad; su nivel de fertilidad fue bajo con excepción de hierro y manganeso. Es un suelo profundo con estructura granular en los

dos horizontes superiores, sin problemas de compactación y buena actividad biológica. En general son suelos que requieren un manejo integrado de los residuos vegetales y un programa de nutrición balanceada más eficiente.

Los incrementos medios en el grosor de las ramas principales con la nutrición líquida fueron significativamente superiores al resto de los tratamientos (figura 1) y aunque resultaron iguales las tres frecuencias de aplicación (FA), la tendencia fue aumentar conforme se aumentaron

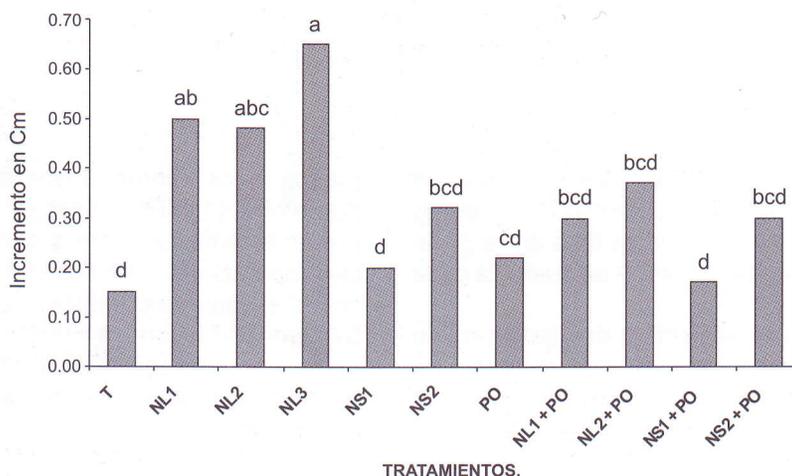


Figura 1. Medias del incremento en el diámetro de las ramas principales del cultivo de café. Motozintla, Chiapas. 1998.

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales con $P = 0.05$ mediante Tukey.

las aplicaciones. El compuesto orgánico (Agrigro) solo y su adición a la nutrición líquida y sólida no influyó en esta variable.

Los incrementos medios en el diámetro de las ramas secundarias (bandolas), con excepción de los tratamientos testigo y NS1, en el resto resultaron estadísticamente iguales (figura 2); sin

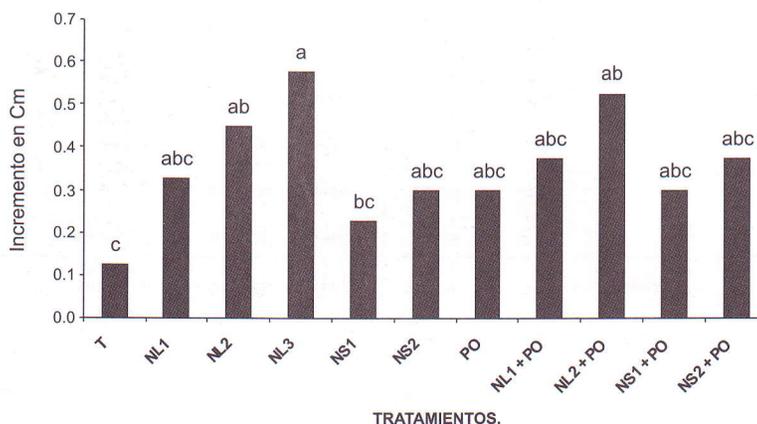


Figura 2. Medias del incremento en el diámetro de las ramas secundarias del cultivo de café. Motozintla, Chiapas. 1998.

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales con $P = 0.05$ mediante Tukey.

embargo hubo tendencias muy marcadas en donde el incremento fue mayor conforme se aumentaron las FA tanto en la nutrición líquida como sólida. El compuesto orgánico solo y su

adición a la nutrición líquida o sólida, tuvo tendencias muy marcadas a mejorar su respuesta. El incremento medio en la longitud de las ramas principales (figura 3) tuvo un comportamiento similar

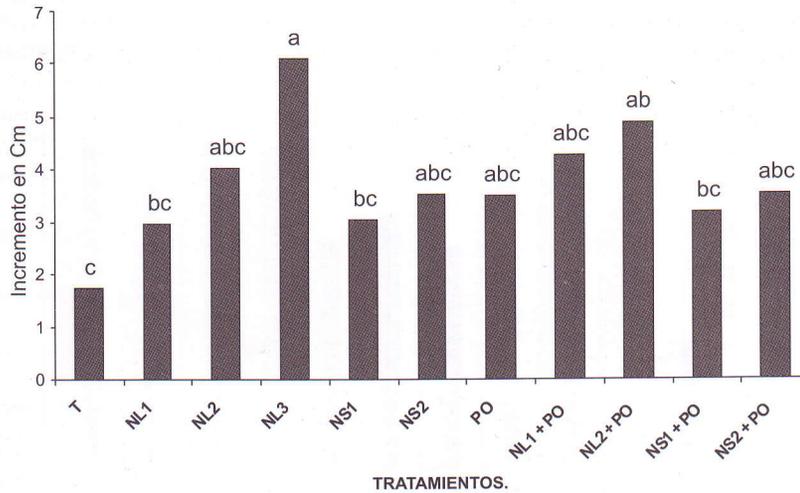


Figura 3. Medias del incremento en la longitud de las ramas secundarias del cultivo de café. Motozintla, Chiapas. 1998.

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales con P = 0.05 mediante Tukey.

al de su diámetro. Por otro lado los tratamientos no tuvieron un efecto significativo en la altura de plantas de café; lo cual quizás se debió al prolongado periodo de sequía que se presentó este año, lo cual quizás afectó la multiplicación celular de los puntos meristemáticos del crecimiento.

Se obtuvieron los rendimientos de café cereza, pergamino y vano. En los rendimientos de cereza (figura 4) todos los tratamientos resultaron superiores al testigo, se incrementaron significativamente conforme se aumentaron las FA de la nutrición líquida y sólida, y los de la nutrición líquida fueron superiores a la sólida. El compuesto

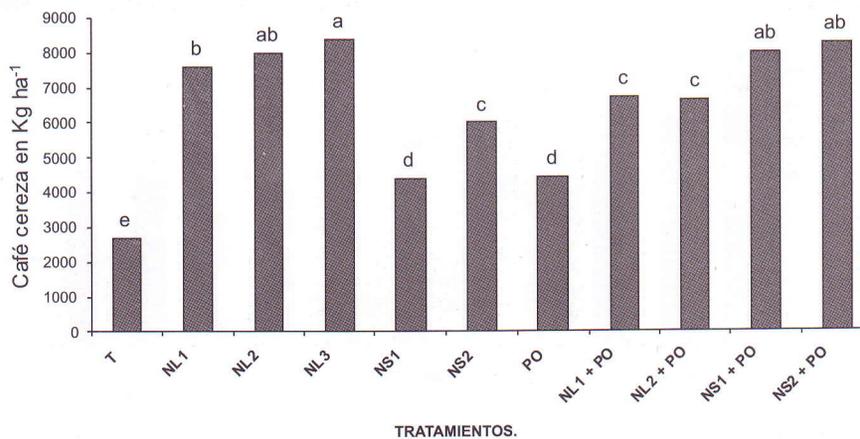


Figura 4. Rendimientos medios de café cereza. Motozintla, Chiapas. Ciclo 1998.

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales con P = 0.05 mediante Tukey.

orgánico solo produjo rendimientos superiores al testigo, iguales al NS1 e inferiores al NS2; con su adición a la nutrición líquida (NL1 y NL2 + PO) los rendimientos fueron estadísticamente inferiores a cuando no se adicionó, por el contrario en la nutrición sólida fueron significativamente superiores cuando se adicionó.

Los rendimientos de café pergamino (figura 5) con la nutrición líquida, sólida y FA, tuvieron un comportamiento similar a los de cereza. Con el compuesto orgánico solo, la producción fue superior al testigo e igual a NS1. Su adición a la nutrición sólida, con una y dos FA incrementó significativamente los rendimientos respecto a

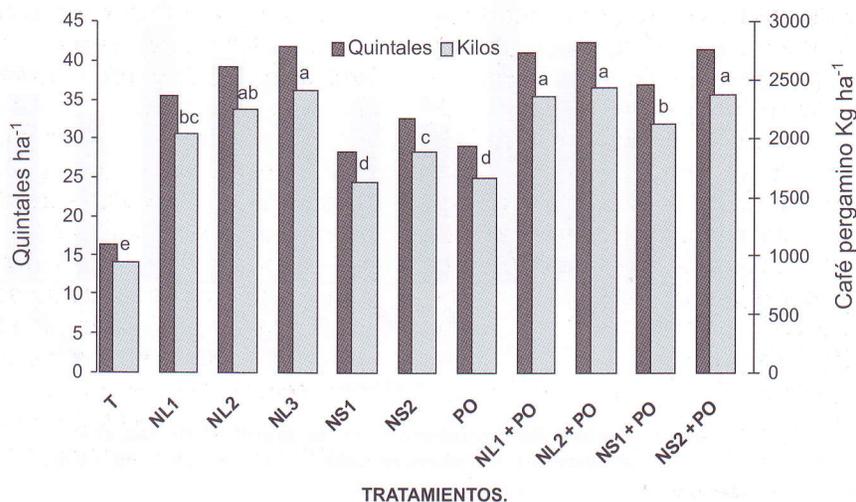


Figura 5. Rendimientos medios de café pergamino. Motozintla, Chiapas. Ciclo 1998.

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales con $P = 0.05$ mediante Tukey.

donde no se adicionó y fueron iguales a NL2 y NL3; en la líquida no tuvo incrementos significativos en ambas FA.

El café vano representa el grano que no tuvo un llenado completo y en donde la nutrición tiene una influencia directa; la producción más alta se

obtuvo con el testigo y se redujo conforme se aumentaron las FA, tanto en la nutrición líquida como sólida y el compuesto orgánico, tanto solo como con su adición a la nutrición líquida y sólida, tuvo la tendencia a reducir la producción de café vano (figura 6). Lo anterior fue una clara

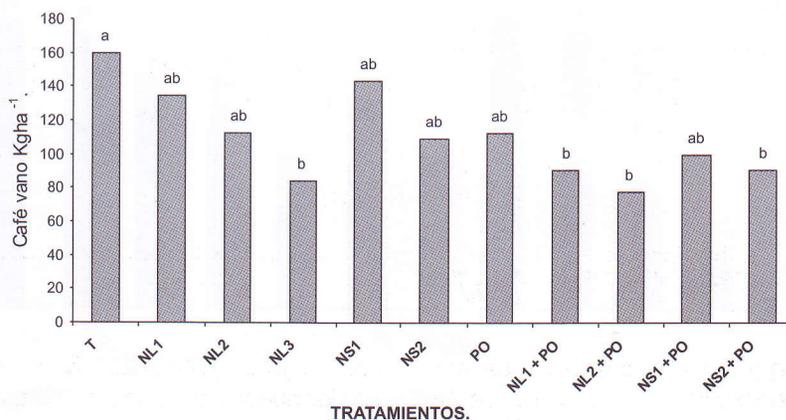


Figura 6. Rendimientos medios de café vano. Motozintla, Chiapas. Ciclo 1998.

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales con $P = 0.05$ mediante Tukey.

evidencia de lo esencial que resulta la nutrición ya sea líquida, sólida u orgánica en el llenado y calidad del grano del café.

En los rendimientos y variables evaluados el cultivo tuvo una respuesta muy significativa, lo cual demostró el deficiente manejo nutricional que se le da al cultivo en el área de estudio. La superioridad de la nutrición líquida se debió a su mayor eficiencia en la disponibilidad de nutrientes al cultivo, principalmente de nitrógeno, al reducirse sus pérdidas por volatilización y lixiviación, así como por arrastre provocado por las altas precipitaciones y pendientes del terreno; por otro lado al solubilizarse los fertilizantes se ionizan y los iones quedan absorbidos a las cargas negativas de las arcillas y materia orgánica, quedando en esta forma una mayor cantidad de nutrientes intercambiables y disponibles al cultivo, lo cual coincide con lo reportado por Lee, Beltrán, Lerma, y Licón (1998); Valenzuela y Lee (1995), y Girón, Bacarro, y Quevedo (1989) con relación a la nutrición líquida. Las mayores respuestas del cultivo con tres FA, demuestran que tiene una

mayor capacidad de respuesta en producción a la nutrición y al manejo y conservación del suelo y residuos de cosecha.

La significativa respuesta del compuesto orgánico solo, posiblemente se debía a su actividad biológica que aumentó la disponibilidad de los nutrientes naturales del suelo y quizás hubo fijación no simbiótica de nitrógeno al cultivo por las bacterias *Clostridium* y *Azotobacter* que contiene el producto (según el fabricante); cuando se adicionó a los fertilizantes líquido y sólido, su significativo efecto quizás se debió a algún efecto quelatante y/o aumento de cargas negativas y por ende mayor retención de nutrientes, cuyos efectos fueron más impactantes en las producciones de café cereza y pergamino con la nutrición sólida.

La longitud y diámetro de las ramas secundarias (bandolas) fueron las variables independientes que a través de un modelo de tipo cuadrático (figura 7) explicó la producción de café pergamino, con un coeficiente de determinación de 0.92.

Los costos de la fertilización de cada tratamiento se representan en el cuadro 4, así como su

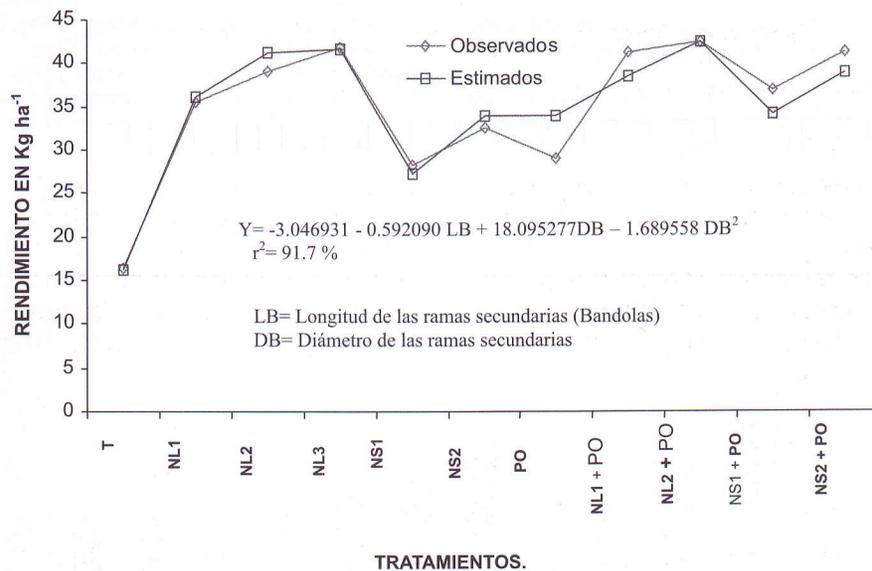


Figura 7. Rendimientos de café pergamino observados y estimados por el modelo. Motozintla, Chiapas. Ciclo 1998.

rendimiento en qq/ha⁻¹ y el ingreso total por tratamiento considerando su precio de venta promedio de \$940.00 qq⁻¹ y el porcentaje que representó cada nivel de nutrición del ingreso total. En donde los mayores porcentajes de inversión en nutrición respecto al ingreso total se obtuvieron

con los tratamientos NL3 y NL2 + PO, pero fueron con los que se obtuvo mayor ingreso; con la adición del compuesto orgánico a la nutrición líquida y sólida con una FA se obtuvo un bajo costo de inversión pero aumentó la eficiencia de ambas nutriciones con el producto orgánico.

CONCLUSIONES

- a) El cultivo presentó una amplia respuesta en producción a la nutrición líquida y sólida.
- b) La nutrición líquida fue más eficiente que la sólida.
- c) El producto orgánico Agrigro aumentó la eficiencia de la nutrición sólida y la natural del suelo.
- d) La longitud y diámetro de las ramas secundarias (bandolas) fueron las principales variables que definieron el comportamiento de los rendimientos de café pergamino.
- e) La producción de café vano disminuyó conforme se aumentaron las frecuencias de aplicación de la nutrición líquida, sólida y con la adición del producto orgánico.
- f) La respuesta del cultivo a la nutrición líquida o sólida fue lineal, por lo que se sugiere en futuros estudios aumentar los niveles de nutrición.

REFERENCIAS

- Alfaro, A.R. (1995). Subprograma de Nutrición Mineral. *Café. Investigación y transferencia en el cultivo del café*. pp. 35-101.
- Barrientos, M.E. (1991). *Evaluación de la pulpa de café como abono*. Memorias XVI Simposio de la Caficultura Latinoamericana, Managua, Nicaragua. pp. 497-502.
- Blanco, N.M. (1988). *Café*. Cultivos Industriales. Consejo Nacional de Educación Superior. Managua. pp. 1-59.
- Castillo, P.G., Contreras, J.A., Zamarripa, C.A., Méndez, L.I., Vázquez, M.M., Olguín M.F., et al. (1996). *Tecnología para la producción de café en México*. Folleto Técnico N° 8. INIFAP. Rosario Izapa, Chiapas, México. pp. 2-5.
- Girón, T.J.J., Bacarro M., y Quevedo, V.M. (1989). *Estudio comparativo entre los fertilizantes químicos (granulada y disuelta) y orgánico durante el establecimiento de plantaciones de café*. Memoria Técnica, ANACAFE. pp. 64-69.
- Girón, T.J.J., y Sandoval, A.V. (1989). *Evaluación de fertilización en planta de café comparada en fertilización granulada a un solo nivel*. Memoria Técnica. ANACAFE. pp. 70-74.
- Girón, T.J.J. (1992). *Combinación de N, P y K en tres épocas de aplicación en el cultivo de café*. Memorias XV Simposio de Caficultura Latinoamericana, 2, pp. 1-10.
- INMECAFE. (1979). *Tecnología cafetalera mexicana, 30 años de investigación y experimentación*. Dirección Adjunta de Producción y Mejoramiento de la Caficultura. México. 292 p.
- INMECAFE. (1990). *El Cultivo del Cafeto en México*. México. pp. 129-135.
- Lee, R.V., Beltrán, F.M.J., Lerma, M.J.N., y Licón. T.L.P. (1998). Aplicación de ácido sulfúrico en el riego corrige la clorosis férrica de los cultivos en suelos calcáreos. *Terra*. pp. 2-16 y 149-161.
- Palma, O.M., Herrera, J.S., y Oseguera, F. (1989). Evaluación de 3 poblaciones de siembra con diferentes dosis de fertilizantes químicos en Marcala, La Paz, Honduras, C.A. *Nutrición Mineral del Cafeto*. pp. 9-108.
- Valenzuela, B.J.R. y Lee R.V. (Abril, 1995). *Evaluación de sustancias húmicas en calabacita*. *Delicias, Chihuahua*. Memorias VI Congreso Nacional de Horticultura, Hermosillo, Sonora. 57 p.