



***Instituto Dominicano de Investigaciones
Agropecuarias y Forestales***



Resultados de Investigación:

Fertilización
en Café

***RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN:
EN FERTILIZACIÓN EN CAFÉ***

El material consignado en esta publicación puede ser reproducido por cualquier medio, siempre y cuando no se altere su contenido. El IDIAF agradece a los usuarios incluir el crédito correspondiente en los documentos y actividades en los que se utilice.

CITA CORRECTA:

Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF). 2012. Fertilización en café: resultados de investigación. IDIAF. Santo Domingo, DO. 68p.

AGRIS: F04; F08

Descriptores: Café; *Coffea arabica*; Abonos Orgánicos; Abonos Inorgánicos; Biofertilizantes; Aplicación de Abonos; Dosis de Aplicación; Compost; Productos Químicos Agrícolas; Cultivo; Rendimiento; República Dominicana.

ISBN: 978-9945-448-19-1

COORDINACIÓN GENERAL:

Departamento de Difusión IDIAF

REVISIÓN:

Comité Técnico Centro Norte IDIAF

José Miguel Méndez

Carlos Céspedes

Domingo Rengifo

Pedro Juan del Rosario

Julio Morrobel

Elpidio Avilés Q.

EDICIÓN

Carlos Céspedes

MAQUETACIÓN Y DISEÑO:

Vladimir Eusebio

www.idiaf.gob.do

IDIAF 2012®

La impresión de este documento fue financiado con fondos de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID) en la República Dominicana, a través del Proyecto Programa de Desarrollo Tecnológico Agropecuario de la Región Sur (PROTESUR).

Presentación

El Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF) desarrolló estas investigaciones y produjo este documento, el que pone al servicio del sector cafetalero dominicano como fuente de consulta.

Las informaciones contenidas en este documento son el resultado de varios años de investigación dentro de la temática relacionada con la fertilización del café. Para la ejecución de las investigaciones, el IDIAF contó con el apoyo económico del Consejo Nacional de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (CONIAF), así como técnico y económico del Consejo Dominicano del Café (CODOCAFE), a través del proyecto PROCA2.

El sector cafetalero dominicano adolece de informaciones generadas en el país sobre un programa adecuado de fertilización del cafetal y sobre el manejo de la fertilización en fincas dedicada a la producción orgánica. Estos resultados permitirán a los caficultores dominicanos tener una herramienta útil de consulta para mejorar el manejo de la fertilización de sus cafetales.

Esperamos que las informaciones ofrecidas en este documento permitan conocer en detalle y comprender mejor la situación de la fertilización en las fincas cafetaleras de la República Dominicana.

Ing. Rafael Pérez Duvergé
Director Ejecutivo





INDICE GENERAL

9 Efectos de la fertilización química sobre el rendimiento y la calidad del café (*Coffea arabica* L.), Juncalito y Las Lagunas, Santiago, República Dominicana

Isidro Almonte, Ignacio Batista, Héctor Jiménez Mora, Carlos Céspedes, Pedro Núñez y Amadeo Escarramán

25 Efectos de la aplicación de diferentes tipos y dosis de abonos orgánicos sobre el rendimiento del cultivo de café (*Coffea arabica* L.), Jarabacoa, República Dominicana

Isidro Almonte, Ignacio Batista, Yosaira Capellán y Pedro Núñez

39 Efectos de la fertilización orgánica e inorgánica sobre el rendimiento y la calidad del café (*Coffea arabica* L.), La Cumbre, Santiago, República Dominicana

Isidro Almonte y Frank Félix Olivares.

51 Efectos de la frecuencia de aplicación de fertilizantes químicos sobre el rendimiento del cultivo de café en producción en San José de las Matas, Santiago, República Dominicana

Isidro Almonte, Ignacio Batista, Frank Olivares y Pedro Núñez

61 Efectos de la aplicación de lombricompost sobre los rendimientos del café, Solimán, Montecristi, República Dominicana.

Isidro Almonte, Aridio Pérez y Pedro Núñez



Introducción

El cultivo de café en la República Dominicana tiene un bajo rendimiento promedio de unos 288 kg/ha (40 lb/ta). Este rendimiento de acuerdo con Núñez y Cuevas (2004) es considerado muy bajo, debido a que la mayoría de los países del área obtienen rendimientos aproximados a los 4,360 kg/ha (606 lb/ta).

Los bajos rendimientos de los cafetales del país se deben principalmente a que los suelos dedicados a la producción de este rubro son suelos muy pobres ubicados en las laderas de los principales macizos montañosos y donde el productor en la mayoría de los casos no aplica fertilizante y en otras ocasiones aplica muy poca cantidad o no sigue un programa correcto de uso de fertilizante.

Las alternativas para mejorar esta situación deben fundamentarse en estudios que produzcan informaciones sobre las dosis y la formula más indicada a utilizar. Con ello, el productor podría mejorar aspectos relacionados al manejo. Esto podría contribuir a mejorar los rendimientos y la calidad del café. De acuerdo con algunos autores la productividad y la calidad del café depende de numerosos factores, entre los cuales la fertilización juega un papel de importancia.

Algunos autores indican que la finalidad de una fertilización balanceada de un cultivo agrícola es suplirle los nutrientes en el momento oportuno, dosis correcta y relación de nutrientes adecuados para reemplazar los nutrientes removidos del sistema por las plantas. Otro indica que la fertilización constituye una de las actividades de producción que guarda relación con el rendimiento del café. Este es un cultivo que requiere de aportaciones de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, así como de otros elementos nutritivos que no son menos importante en la nutrición como los micronutrientes.

El caficultor debe tomar conciencia de la importancia que reviste la aplicación de fertilizantes, ya sean estos de tipo orgánico o mineral, máxime en los suelos dedicados a la producción de café que en su mayoría son suelos extremadamente pobres.

Estos trabajos fueron realizados en zonas cafetaleras ubicadas en la cordillera Central y Septentrional. La finalidad fue determinar el efecto del uso de fertilizante sobre el rendimiento, la calidad y la rentabilidad y producir informaciones que puedan servir de orientación al caficultor dominicano.



Efectos de la fertilización química sobre el rendimiento y la calidad del café (*Coffea arabica* L.), Juncalito y Las Lagunas, Santiago, República Dominicana

Isidro Almonte¹, Ignacio Batista¹, Héctor Jiménez Mora¹, Carlos Céspedes¹, Pedro Núñez¹, Amadeo Escarramán¹

Resumen

El experimento fue realizado en siete fincas cafetaleras durante el periodo del 2003 al 2006 (tres ubicadas en Juncalito y cuatro en Las Lagunas, municipio de San José de las Matas, provincia de Santiago). Ubicación geográfica entre 19° 11' - 19° 14' N y 70° 47' - 70 50' O y una altitud de 1,000 msnm, con temperatura media mensual de 24.2°C, precipitación promedio anual de 1,329 mm y evapotranspiración promedio anual de 1,400 mm. La zona presenta un bosque muy húmedo subtropical, cambiando a bosque húmedo montano bajo de transición a bosque muy húmedo montano bajo en la parte nordeste. Los suelos de la zona pertenecen a los órdenes Inceptisoles y Entisoles. La fertilización constituye una de las actividades de producción que guarda relación con el rendimiento del café; sin embargo, en los últimos años el caficultor dominicano ha ido abandonando esta práctica paulatinamente. Esto se debe a los elevados precios que han alcanzado los fertilizantes en el mercado local. Además, por la inseguridad que tienen sobre el retorno económico generado por la fertilización de sus plantaciones. Este trabajo se realizó con el objetivo de determinar el efecto de la fertilización sobre el rendimiento y la calidad del café en suelos de las localidades de Juncalito y Las Lagunas. Se utilizó un diseño de parcelas pareadas con dos tratamientos y siete repeticiones. Los tratamientos correspondieron a la aplicación de fertilizante y sin aplicación de fertilizante. Las variables evaluadas fueron rendimiento en café uva (kg/ha), características físicas (número de defectos, producción café oro y trilla), características sensoriales (cuerpo, acidez, amargo, frutado y preferencia) y rentabilidad del sistema de producción. Para el análisis de datos, se realizó la prueba de t. El análisis económico se realizó mediante el procedimiento de presupuesto parcial. La aplicación de la prueba de t para la variable rendimiento de café uva mostró diferencias altamente significativas entre las medias de los tratamientos. Para las características solo se encontró diferencia estadística la variable rendimiento café uva y rendimiento café trilla. Dentro de las características organolépticas el análisis estadístico mostró diferencias significativas ($p < 0.05$) solo para cuerpo. Se concluyó que aplicar fertilizante de la fórmula $14-7-21+5S+0.5Zn+0.5B$ en dosis entre 567.27 y 754.47 Kg/ha una vez al año, incrementa los rendimientos en el cultivo de café en 37.7%. La no fertilización del cafetal incrementa los porcentajes de café trilla, reduce el rendimiento y por tanto los ingresos. Fertilizar el cafetal resulta una actividad rentable para el productor, ya que con ello recibe un retorno marginal de RD\$68.94 por cada peso que invierte en la compra y aplicación de fertilizante.

Palabras claves: Café, fertilización, dosis de aplicación.

¹ Investigadores instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF). Calle Rafael Augusto Sánchez #89. Ensanche Evaristo Morales, Santo Domingo, República Dominicana.



1. INTRODUCCIÓN

La finalidad de una fertilización balanceada de un cultivo agrícola es suplir los nutrientes en el momento oportuno, dosis correcta y relación de nutrientes adecuados para reemplazar los nutrientes removidos del sistema por las plantas. Ramírez (1999), sostiene que la fertilización del cafeto procura suplir los nutrientes esenciales requeridos por las plantas, que se encuentran en niveles bajos en el suelo, o en forma no aprovechable. Estos son requeridos en diferentes etapas del ciclo productivo del cafeto para lograr cosechas que garanticen un mayor retorno económico.

La sincronización entre el suplemento de nutrientes y la demanda de los cultivos mejora la eficiencia del uso de los fertilizantes. Los suelos tropicales son más dinámicos que los de las regiones templadas, aunque éstos tienden a perder la fertilidad más rápidamente. Numerosos experimentos conducidos en los trópicos y subtrópicos han demostrado que con el uso balanceado de fertilizantes se puede mantener la fertilidad del suelo y se pueden obtener rendimientos altos sostenidos (Espinosa 1991).

Ramírez (1999), reportó que la planta de cafeto requiere entre 150 a 300 kg de nitrógeno (N), 50 a 70 kg de fósforo (P) y entre 100 a 200 kg de potasio (K) por hectarea/año. Valencia (1999) estima que un rendimiento de 5000 kg de café pergamino seco por hectárea, requiere de 228 N, 26 P_2O_5 y 250 K_2O Kg/ha/año. Ramírez (1999), indica que la recomendación para el uso racional de fertilizantes en cultivos agrícolas debe considerar la dosis, la fuente, la época y el método de aplicación. Carvajal (1984) sostiene que una producción alta de café por unidad de superficie, sólo puede ser alcanzada mediante una contribución de fertilización adecuada e intensiva.

La fertilización constituye una de las actividades de producción que guarda relación con el rendimiento del café; sin embargo, en los últimos años el caficultor dominicano ha ido abandonando esta práctica paulatinamente. Esto se debe a los elevados precios que han alcanzado los fertilizantes en el mercado local. Además, por la inseguridad que tienen los productores cafetaleros sobre el retorno económico generado por la fertilización de sus plantaciones. Este trabajo se realizó con el objetivo de determinar el efecto de la fertilización sobre el rendimiento y la calidad del café en suelos de las localidades de Juncalito y Las Lagunas en la provincia de Santiago de los Caballeros, República Dominicana.

2. ANTECEDENTES

Sadeghian *et al.* (2006), evaluaron la respuesta del cultivo del café a la fertilización con N, P, K y Mg en suelos de Colombia. Se evaluó el efecto de los tratamientos en varios ciclos y se reportó el efecto de la fertilización nitrogenada sobre la producción a partir de la segunda cosecha, resultando la mayor magnitud de respuesta cuando el contenido de la materia orgánica (MO) era menor. El efecto del potasio sólo se manifestó después del cuarto año en una de las fincas que presentaba deficiencia de K, mientras que los demás elementos no afectaron la producción. El rendimiento del café en trilla no fue alterado por los tratamientos.

La fertilización del cafetal constituye una transacción económica en la cual el caficultor está cambiando fertilizante por producción más abundante y de mejor calidad. Esta práctica no constituye un gasto, sino una inversión que en la mayoría de los casos es devuelta por el cafetal (Chaney 2002).

Pineda (2002), reporta que un bajo nivel de potasio produce el desarrollo de una película plateada en el grano verde de café que desmejora el aspecto y dificulta la catación. La fertilización contribuye a

producir plantas vigorosas y resistentes a plagas y enfermedades, con granos fuertes y sanos, con buen peso y similares en su tamaño, forma y color.

De acuerdo con Valencia (1998) los factores que afectan la calidad del café son la especie cultivada (Arábicas lavados y no lavados, y Robustas). Luego aparecen factores como especie, posición geográfica, clima, suelo, altitud, cosecha (granos maduros o verdes), demora entre cosecha y beneficio, beneficio (húmedo o seco), secado, almacenamiento y transporte.

Valencia (1998) indica que la deficiencia de Mg inducida por altas dosis de K promueve la presencia en alto porcentaje de granos color marrón y pobres características de torrefacción. El sabor de la bebida mejora con aplicaciones de Mg. La deficiencia de Fe en suelos con un pH alto producen el grano ámbar. El uso excesivo de N puede aumentar la producción pero reduce la densidad del grano y su calidad. Concentración muy altas de Ca y K en los granos generan un sabor amargo y áspero. No se ha encontrado correlación entre el contenido de P y la calidad física y sensorial del grano. La aplicación de cantidades excesivas de micronutrientes (B-Fe-Cu-Zn-Mn), no produce respuesta en producción y por el contrario pueden causar problemas de intoxicación, particularmente el B.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

1.3.1. Ubicación del experimento

El experimento fue realizado en siete fincas cafetaleras durante el periodo del 2003 al 2006 (tres ubicadas en Juncalito y cuatro en Las Lagunas, municipio de San José de las Matas, provincia de Santiago). Ubicación geográfica entre 19° 11' - 19° 14' N y 70° 47' - 70° 50' O y una altitud de 1,000 msnm, con temperatura media mensual de 24.2°C, precipitación promedio anual de 1,329 mm y evapotranspiración promedio anual de 1,400 mm.

Según la clasificación de Holdridge (1972), la zona presenta un bosque muy húmedo subtropical, cambiando a bosque húmedo montano bajo de transición a bosque muy húmedo montano bajo en la parte nordeste. Los suelos de la zona pertenecen a los órdenes Inceptisoles y Entisoles.

3.2. Diseño, tratamientos y variables

Se utilizó un diseño de parcelas pareadas con dos tratamientos y siete repeticiones. Los tratamientos correspondieron a la aplicación de fertilizante (la dosis aplicada dependió del criterio aplicado por el productor) y sin aplicación de fertilizante.

Las variables evaluadas fueron:

1. Rendimiento en café uva (kg/ha).
2. Características físicas (número de defectos, producción café oro y trilla).
3. Características sensoriales (cuerpo, acidez, amargo, frutado y preferencia).
4. Rentabilidad del sistema de producción.

3.3. Análisis sensorial de las muestras de café

El análisis sensorial de las muestras de café se realizó mediante el método de catación triangular. Este tiene como objetivo evidenciar diferencias entre dos productos sin que las características relacionadas con estas diferencias se conozcan. Consiste en tomar tres muestras codificadas: dos muestras son idénticas por construcción (proviene de un mismo producto), siendo la tercera a priori diferente (proviene de otro producto). El juez debe determinar la muestra no repetida (diferente de las demás).

Después de realizar una prueba triangular, es posible someter un par de preguntas al juez para determinar sobre qué características se focalizan las diferencias y su amplitud.

Procedimiento: considerando A y B como los dos productos; existen seis combinaciones posibles cuando se considera conjuntamente la naturaleza de la muestra repetida y el orden de primera evaluación de cada muestra: AAB / ABA / BAA / BBA / BAB / ABB (Figura 1).



Figura 1. Muestra de café para la catación triangular.

3.4. Manejo de las muestras de café

En el análisis físico y sensorial del café se tomaron dos muestras, una del área fertilizada y la otra del área sin fertilizar. Ambas muestras compuestas por café uva 100% maduros (Figura 2). Estas fueron procesadas en una despulpadora manual No. 4 (Figura 3).

La fermentación se comprobó con el uso de una estaca, punzando el lote y observando si se producía derrumbe o no dentro del hueco, comprobado esto, se procedió a lavar las muestras (Figura 4). Durante el lavado de las muestras se cambió el agua tres veces. Para el secado, primero se colocó el café lavado sobre un secador de piso de cemento y luego del secado de agua, se continuó el secado en una zaranda de madera con el fondo de tela metálica, hasta que la muestra alcanzó un 12% de humedad (se usó un medidor de humedad para la determinación).



Figura 2. Muestra de café 100% maduro.



Figura 3. Despulpado manual del café .



Figura 4. Fermentación y lavado de café en cubetas.

3.5 Manejo del experimento

En cada finca se seleccionó un área de una tarea (0.06 ha). En cada tratamiento y repetición se llevó un registro de los gastos incurridos por el caficultor en el manejo del cultivo (control de malezas, control de sombra, manejo de tejido, aplicación de fertilizantes y cosecha). El fertilizante fue aplicado por el caficultor y se dio seguimiento a esta actividad con relación a la dosis y época de aplicación durante los tres años de estudio. El productor realizó la cosecha y entregó un registro de la cantidad promedio de cajas cosechadas en cada tratamiento (con y sin fertilizar) para cada finca.

La dosis de aplicación de fertilizante se calibró mediante pesado de la cantidad contenida en el puño del aplicador y la misma varió entre 4 y 6 onzas/planta promedio (entre 567.27 y 754.47 kg/ha), de la fórmula $14-7-21+5S+0.5Zn+0.5B$. La aplicación de fertilizante se realizó una sola vez, durante el mes de abril, aprovechando la presencia de humedad en el suelo.

3.6. Análisis de los datos

Para el análisis de datos, se realizó la prueba de t. El análisis económico se realizó mediante el procedimiento de presupuesto parcial.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Rendimiento café uva en kg/ha

La prueba t para el rendimiento de café uva mostró diferencias altamente significativas entre las medias con aplicación de fertilizantes y sin aplicación. Las figuras 5a y 5b muestran las diferencias observadas en la homogeneidad de maduración de los granos de café. En la figura 6 se observa que los rendimientos alcanzados en las fincas donde se aplicó fertilizante son superiores a los rendimientos obtenidos en las fincas no fertilizadas. Estos resultados son similares a los reportados por Ramírez (1999), en cafetales fertilizados con el objetivo de suplir los nutrientes esenciales requeridos por las plantas con niveles bajos en el suelo, o en forma no aprovechable.



(Figura 5. a) Planta de café con aplicación de fertilizante químico.



(Figura 5. b) Planta de café sin aplicación de fertilizante químico.

Carvajal (1984) indicó que una producción alta de café por unidad de superficie, solamente puede ser alcanzada mediante una contribución de varios factores, entre ellos una fertilización adecuada e intensiva. Por su parte Espinosa (1991), concluye que la meta de una fertilización balanceada es la de suplir al cultivo los nutrientes en la época correcta y en cantidades y relaciones adecuadas para reemplazar los nutrientes removidos del sistema.

Sadeghian *et al.* (2006) encontraron un efecto positivo de la fertilización nitrogenada sobre la producción a partir de la segunda cosecha, resultando mayor la magnitud de la respuesta cuando el contenido de (MO) era menor.

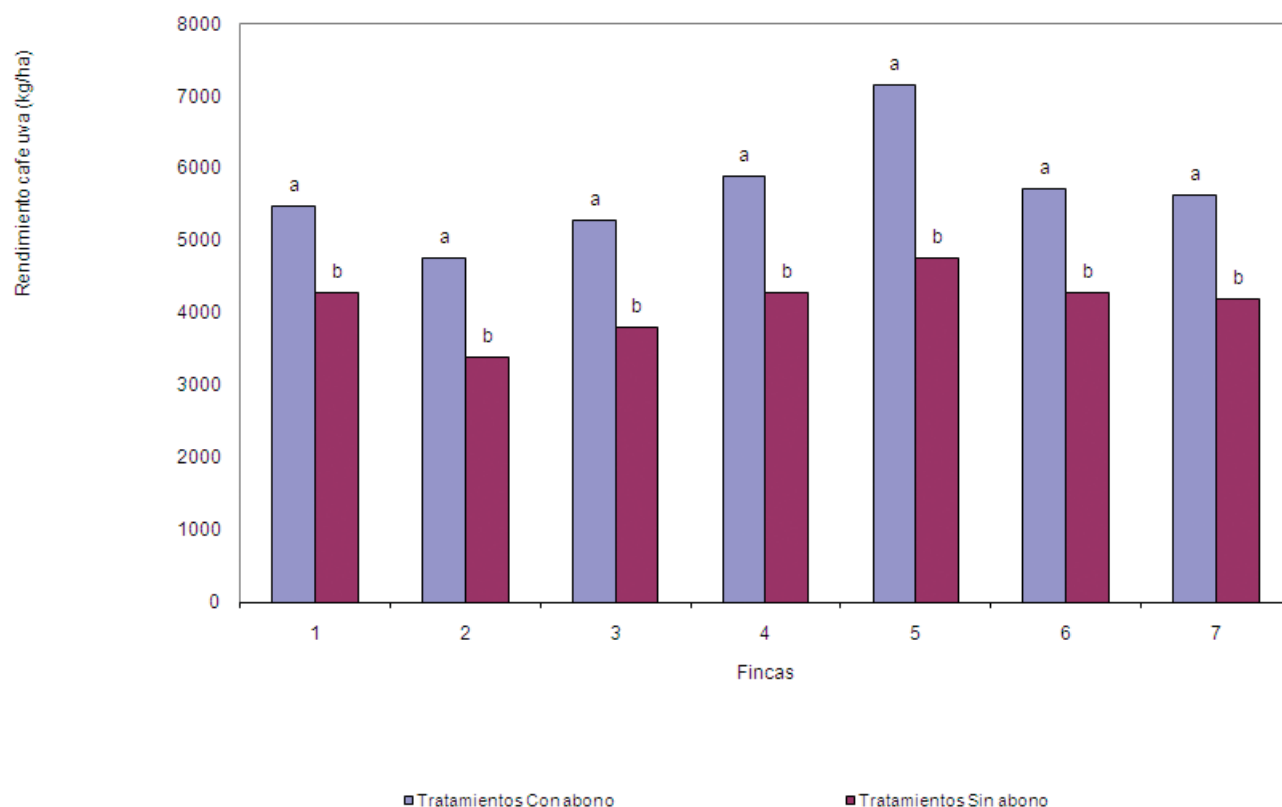


Figura 6. Rendimientos del cultivo en café uva (kg/ha).
(Letras diferentes entre barras de una misma finca indican diferencias estadísticas ($p < 0.05$)).

4.2. Características físicas

El café uva cosechado produce lo que se denomina rendimientos técnicos del beneficiado, entre los principales considerados en este estudio se encuentran:

4.2.1. Número de defectos, rendimiento café oro y la relación rendimiento café oro/café trilla

El análisis estadístico de los datos no mostró diferencias estadísticas para las variables número de defectos, rendimiento café oro, las relaciones rendimiento café oro/café trilla con y sin fertilización.

4.2.2. Rendimiento café trilla

El análisis mostró diferencias estadísticas significativas para el rendimiento de café trilla con y sin aplicación de fertilizantes (Figura 7). El tratamiento correspondiente a la no aplicación de fertilizante presentó mayor cantidad de café trilla. Sadeghian *et al.* (2006), reportaron que el factor rendimiento en café trilla no fue alterado con las aplicaciones de N,P,K y Mg. La aplicación de fertilizantes en el cafetal elimina la incertidumbre que tendría el productor, en cuanto a los rendimientos esperados, que cuando no lo hace, ya que con la fertilización se suplen las deficiencias de elementos nutritivos a las plantas.

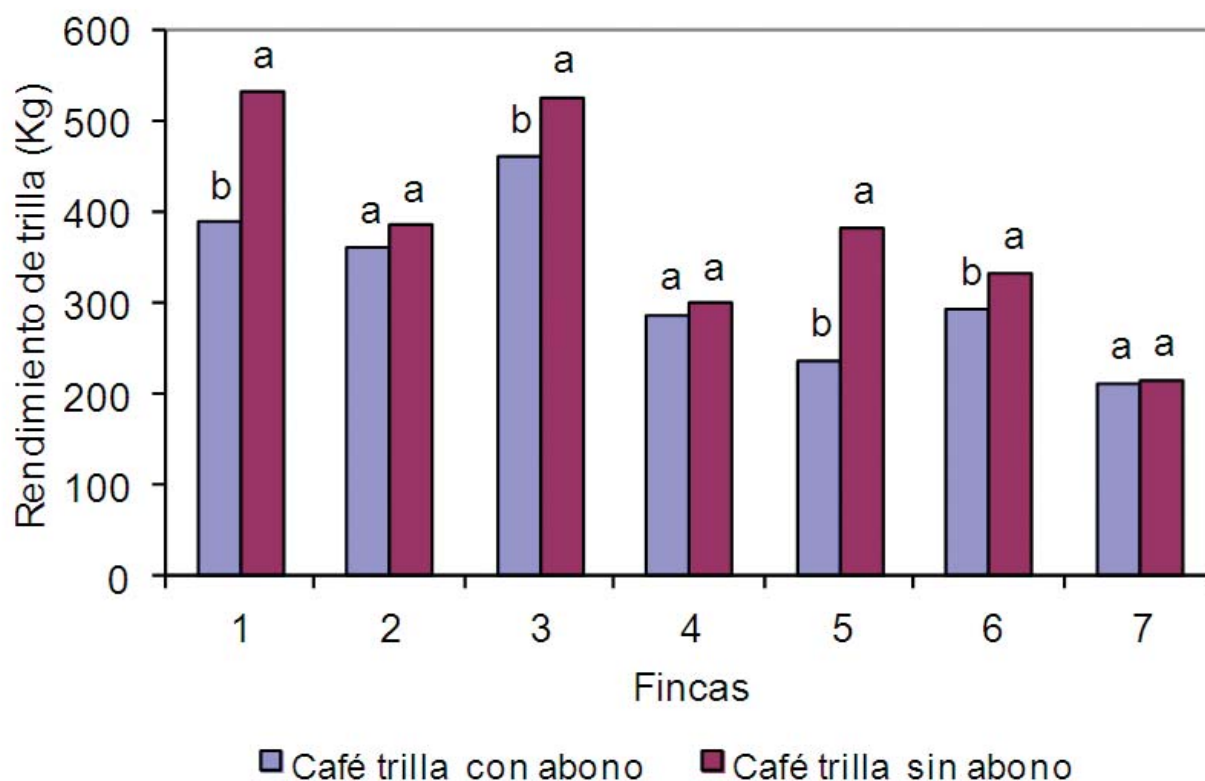


Figura 7. del cultivo en café trilla con y sin aplicación de fertilizante.

Letras diferentes entre barras de una misma finca indican diferencias estadísticas ($p < 0.05$).

4.3. Características organolépticas

El análisis estadístico mostró diferencias significativas ($p < 0.05$) solo para cuerpo. Según Duicela *et al.* (2004) la caracterización del cuerpo es el resultado de la combinación de varias percepciones captadas durante la evaluación sensorial, como la sensación de plenitud y consistencia. Esto indica que la fertilización no influyó sobre la acidez, amargo, frutado y preferencia. Los valores dados para cuerpo, las fincas donde se aplicó fertilizante presentan mayores valoraciones, que aquellas donde no se aplicó (Tabla 1). Se observa además, menos variación o mayor consistencia de valoración por los catadores para la variable cuerpo en las fincas que aplican fertilizante que en aquellas donde no aplican.

Tabla 1. Comportamiento de la característica organoléptica cuerpo del estudio efecto de la fertilización química sobre el rendimiento y la calidad del café.

Tratamientos (Fincas)	Valoración promedio por los catadores para la característica organoléptica cuerpo	
	Con fertilizante	Sin fertilizante
Finca 1	6.00	5.45
Finca 2	6.50	6.50
Finca 3	6.50	5.50
Finca 4	7.00	6.50
Finca 5	6.00	6.25
Finca 6	6.75	6.25
Finca 7	6.75	6.25
Promedio	6.50	6.10
CV	5.88	7.24
E.E.	0.14	0.17
D.E.	0.38	0.44

t= 2.5988 ; t- Student (a= 0.05)= 2.447; t- Student (a= 0.01)= 3.707; CV: coeficiente de variación; E.E.: error estándar; D.E.: desviación estándar.

4.4. Rentabilidad

La aplicación de fertilizante retorna un beneficio neto de RD\$68,828.04, mientras que al no aplicar fertilizante los beneficios netos son de RD\$57,983.94 (Tabla 2). El análisis de la tasa marginal de retorno resultó de 68.94% (Tabla 3), es decir que por cada peso que se invierte en la compra de fertilizante se recibe un retorno de RD\$68.94. De acuerdo con estos resultados, la fertilización de café se puede considerar una actividad rentable. Esto coincide con lo expresado por Ramírez (1999), quien afirma que la fertilización del cafeto procura suplir los nutrientes esenciales requeridos por la planta, para lograr cosechas que garanticen un retorno económico.

Tabla 2. Rendimientos, beneficio bruto, costo variable y beneficio neto en el estudio efecto de la fertilización química sobre el rendimiento y calidad del café.

Tratamientos	Rendimiento promedio café uva kg/ha	Beneficio bruto RD\$	Costo variable RD\$	Beneficio neto RD\$
1	5704.86	96,982.62	28,154.58	68,828.04
2	4141.71	70,409.07	12,425.13	57,983.94

300 Kg de café uva producen 1 qq de café oro
 Precio de venta= US\$150.00 con una prima de RD\$34.00=RD\$ 5,100.00
 Precio pagado por cosecha de 1 caja café uva maduro=RD\$90.00

Tabla 3. Análisis marginal de retorno económico del estudio efectos de tipos y dosis de aplicación de abono orgánico sobre el rendimiento del café (*Coffea arabica* L.)

Tratamientos	Beneficio neto RD\$/ha	Costo variable RD\$/ha	Tasa marginal de retorno (%)
1	68,828.04	28,154.58	68.94
2	57983.94	12,425.13	

Para incrementar los rendimientos es necesario hacerlo de forma rentable, reduciendo los costos de producción por unidad de área. Con la fertilización se logra elevar y mantener la fertilidad del suelo, mantener el balance nutricional e incrementar los ingresos. Además, de emplear buenas prácticas de manejo agronómico y procurar la protección del ambiente.

5. CONCLUSIONES

Aplicar fertilizante de la fórmula 14-7-21+5S +0.5 Zn + 0.5 B en dosis entre 567.27 y 754.47 Kg/ha una vez al año, incrementó los rendimientos en el cultivo de café en 37.7% en comparación a la no aplicación.

La no fertilización del cafetal incrementa los porcentajes de café trilla, esto afecta los rendimientos y reduce los ingresos.

Aplicar fertilizante de la fórmula y dosis indicadas solo influyó en forma positiva sobre el cuerpo del café, no así para las demás características organolépticas estudiadas (acidez, amargo, frutado y preferencia).

Fertilizar el cafetal resultó una actividad rentable para el productor, con ello recibe un retorno marginal de RD\$68.94 por cada peso que invierte en la compra y aplicación de fertilizante.

6. AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Dominicano del Café (Codocafé), por el apoyo financiero a través del Proyecto de Promoción del Café de Calidad (PROCA2). A los técnicos del Codocafé de Juncalito por su apoyo en el muestreo y seguimiento a los productores. Al Comité Técnico del Centro Norte del Idiaf por la revisión y aportes en la revisión del informe final.



7. BIBLIOGRAFIA

- Carvajal, J. 1984. Cultivo y fertilización. 2º edición. Instituto Interamericano de la Potasa. Berna, Suiza, CH. 354 p.
- Chanay, P., J. J. (2002). Análisis químico de los suelos para una fertilización balanceada. Parte 1.
- Duicela, L., Farfan, D., Garcia, J., Corral, R. Y Chilan, W. 2004. Post-Cosecha y Calidad del Café Arábigo. Primera edición. COFENAC, ULTRAMARES, PROMSA. Manta, Ecuador. 56 P.
- Espinosa, J. 1991. Fertilización balanceada de cultivos. En: Suelos, fertilización y nutrición del cultivo del café. Memoria. Estación Experimental Tropical Pichilingue. Es. Dat. num. 11 ref. Sum *EC- INIAP-BEETP. (633.75/E77). Quevedo, Ecuador, EC. p 104- 111
- Harrington, L. 1982. Ejercicios sobre el análisis económico de datos agronómicos. Documento de trabajo. Centro internacional de maíz y trigo. México, MX. 79 p.
- Holdridge, R.L. (1972). Ecología tropical. Editorial Limcesa. 214 p.
- Núñez, P. y Cuevas, B. 2004. Especies arbóreas de valor comercial y cultivos alimenticios presentes en cafetales de las provincias Monseñor Novel y La Vega. En: Idiaf (Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales). Resultados de investigación en Agroforestería, Santo Domingo, DO. 1-27p.
- Pineda, R. 2002. Cafés especiales. Boletín 1, INTRAC CDA, Honduras, HN.
- Ramírez, J, E. 1999. Fisiología, nutrición y manejo agronómico del cafeto. II seminario caficultura Dominicana, Santo Domingo, DO. 23 p.
- Sadeghian, K, H, S. García L. J. C., Montoya R. E. C. 1984. Respuesta del cultivo de café a la fertilización con N, P, K y Mg. en dos fincas del departamento del Quindío. (Revista CENICAFE 57(1):58-69. 2006 (Es)). Dat. num. 12 ref. Sum (En, Es) EC- INIAP-BEETP, Quevedo (Rev/Cenicafe 57(1):58-69) Carvajal. Cultivo y fertilización. 2º edición. Instituto Interamericano de la Potasa. Berna/ Suiza, CH. 354 p.
- Valencia, G. 1998. Manual de Nutrición y Fertilización del Café. Instituto de la Potasa y el Fósforo. INPOFOS. Quito, Ecuador. 61 p.



Efectos de la aplicación de diferentes tipos y dosis de abonos orgánicos sobre el rendimiento del cultivo de café (*Coffea arabica* L.), Jarabacoa, República Dominicana

Isidro Almonte¹, Ignacio Batista¹, Yosaira Capellán², Pedro Núñez¹

Resumen

Los rendimientos en la mayoría de las fincas productoras de café son bajos debido a la pobreza nutritiva de los suelos de las zonas del país y a que los productores en su gran mayoría no aplican fertilizantes, por los precios elevados de estos. En los últimos tiempos la caficultura orgánica ha tomando auge en la zona cafetalera de Jarabacoa; sin embargo, los caficultores adolecen de información obtenida en la zona sobre los tipos de abono que deben usar y la cantidad que se debe aplicar. Por tal razón, y con el propósito de buscar alternativas más económicas y a la vez determinar y demostrar al caficultor si la fertilización es una inversión o un gasto, se realizó esta investigación con el objetivo determinar el efecto del tipo y la dosis de aplicación de abono orgánico sobre el rendimiento del café en la Estación Experimental El Cafecito, ubicada en la vertiente norte de la Cordillera Central, en Jarabacoa, La Vega. Se usó un diseño de bloques al azar con 20 tratamientos y tres repeticiones. Se evaluaron tres dosis (2, 3 y 4 libras/planta de compost, lombricompost, nutriorgánico y 8 onzas/planta de sulpomag) y dos aplicaciones. A partir del tratamiento 12, las dosis consistieron en mezcla de compost, lombricompost y nutriorgánico con sulpomag (dosis de 24, 40, y 56 onzas de compost, lombricompost y nutriorgánico con 8 onzas sulpomag). Los resultados presentaron diferencias estadísticas significativas entre la aplicación de abono y la no aplicación. Los mayores rendimientos promedios fueron de 5,707.6; 5,425.0 y 5339.2 kg/ha correspondientes a los tratamientos 16, 15 y 14 respectivamente. La mayor tasa marginal de retorno económico la produjo el tratamiento 15 (316%). Se concluye que la fertilización orgánica tiene un efecto positivo sobre los rendimientos del café. La aplicación de sulpomag solo produce mayores rendimientos que la aplicación individual de cualquiera de las otras fuentes orgánicas usadas. Las aplicaciones combinadas de sulpomag + lombricompost, nutriorgánico o compost producen mayores rendimientos que las aplicaciones individuales de estos abonos. La mayor tasa de retorno económico fue de 316%, correspondiente al tratamiento 15. Finalmente de acuerdo con los resultados que la fertilización es una actividad rentable y por tanto, se recomienda que la fertilización del cafetal bajo condiciones similares a es una práctica aconsejable.

Palabras claves: Café, abono orgánico, tipos y dosis de abono, Jarabacoa.

¹ Investigadores Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF).

³ Ingeniero Agrónomo, Estación Experimental "El Cafecito". Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF). Calle Rafael Augusto Sánchez #89.

Ensanche Evaristo Morales, Santo Domingo, República Dominicana.



1. INTRODUCCIÓN

En general, en la caficultura dominicana los rendimientos están por debajo de los 288 kg/ha (Núñez y Cuevas 2004), lo que se debe en gran parte a la no aplicación de fertilizante y/o a la baja cantidad aplicada. Este tipo de práctica se debe en gran medida, al alto costo de los fertilizantes, lo que se traduce en un rápido agotamiento del tejido y bajo rendimiento del cultivo. En el país, la fertilización orgánica, aunque ha venido tomando auge en los últimos años, adolece de informaciones relacionadas con el manejo del cafetal, sobre todo en lo concerniente al tipo y la cantidad de abono que se debe aplicar. La obtención de este tipo de información podría servir al productor cafetalero para el manejo adecuado del cultivo.

Durante años, la mayoría de los caficultores del país han considerado que la caficultura orgánica consiste en la no aplicación de fertilizante. Esta práctica ha generado unos rendimientos sumamente bajos y que se reduzca la vida productiva del cafetal. Vargas (1993) asegura que los bajos rendimientos obtenidos por los caficultores están conduciendo a sustituir el café por cultivos anuales, reduciéndose el bosque productivo en las montañas del país.

Refiriéndose al uso de fertilizante en el cultivo de café, Ramírez (1999), indicó que la fertilización del cafeto procura suplir los nutrientes esenciales requeridos por la planta, que se encuentran en niveles bajos en el suelo, o en forma no aprovechable y que son requeridos en diferentes etapas del ciclo productivo del cafeto para lograr cosechas que garanticen un mayor retorno económico. Carvajal (1984), sostiene que una producción alta de café por unidad de superficie, solamente puede ser alcanzada mediante una contribución de varios factores, entre ellos la fertilización.

Los caficultores dominicanos, consideran que la práctica de fertilizar los cafetales es una actividad poco rentable, debido a esto, y como consecuencia de los altos precios de los abonos químicos, se deben buscar alternativas de fertilización que permitan buenos rendimientos y que le demuestren al caficultor que la fertilización es útil y necesaria en cualquier cultivo.

García (2000), asegura que la fertilización forma parte integral del manejo rentable de los cultivos. La rentabilidad del cultivo de café indica que, generalmente, los cafetales más rentables se caracterizan por presentar menores costos, altos rendimientos y mayor atención al manejo de suelos y del cultivo. Estas características definen a los productores más eficientes y de mejor manejo de la finca.

⁴ www.elsitioagricula.com/articulos/garcia/Rentabilidad%20de%20la%20fertilizacion.asp

Las evaluaciones de rentabilidad indican que, generalmente, los productores con mayor rentabilidad se caracterizan por presentar menores costos, altos rendimientos y mayor atención al manejo de suelos y cultivos. Estas características definen a los productores más eficientes y de mejor manejo empresarial. La fertilización forma parte integral del manejo rentable de los cultivos (García 2000) .

El uso de Sulpomag en un programa balanceado de fertilización puede producir beneficios económicos adicionales para el productor de café. El sulpomag es una fuente de magnesio (Mg) y azufre (S) altamente solubles y disponibles para las plantas. De potasio altamente disponible en la forma de sulfato y es un material que no acidifica. El Sulpomag no tiene efecto en el pH del suelo. Es un fertilizante que mantiene el balance entre potasio (K) y magnesio en las plantas y en el suelo .

En general, las plantas de café requieren más K que otros nutrientes, con excepción del nitrógeno (N). Experimentos de campo han demostrado que las plantas de café en producción absorben una cantidad de K casi igual a la del N. El K es esencial para la formación de almidones a través del proceso de fotosíntesis. Este es un factor muy importante en el café. Cuando se reduce el nivel de almidón en las plantas de café se reduce severamente la capacidad de las plantas de recuperarse después de la cosecha. Se ha reportado que la tendencia de ciertos cultivos a producir menos en años alternos se acentúa cuando las reservas de almidón son bajas. La adecuada nutrición con K incrementa la resistencia a ciertos hongos y bacterias parásitos. Adicionalmente, las plantas con un buen suplemento de K pueden resistir mejor los períodos de sequía.

2. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

2.1 Antecedentes

López y Girón (1992), evaluando la fertilización orgánica en Guatemala, determinaron que los tratamientos que contenían pulpa de café mantenían la estabilidad del pH, el contenido de aluminio, manganeso y hierro, mejoraron los niveles de fósforo, zinc y de MO en relación con aquellos tratamientos que no contenían pulpa de café. Este estudio reveló que el tratamiento donde se aplicó 1.5 libras de pulpa + 34% de la dosis de fertilizante químico incrementó los rendimientos en un 71%, considerándolo suficiente para cubrir los costos y lograr ingresos adicionales.

En Honduras se evaluó la fertilización orgánica versus la química, encontrando que no se presentó diferencia estadística significativa en los rendimientos entre los tratamientos que contenían gallinaza como fuente de fertilizante orgánico y sus diferentes combinaciones, y el uso de fertilizantes químicos (Davis *et al.* 1989).

⁵ www.elsitioagricola.com/.../Rentabilidad%20de%20la%20fertilizacion.asp

⁶ (www.sul-po-mag.com/spanish/assets/agri-facts/gsp-16)

⁷ (www.sul-po-mag.com/panish/assets/agri-facts/gsp-16/s)

Los resultados de un estudio conducido en Brasil durante ocho años aplicando sulpomag, se demostró que los rendimientos de café casi se duplican en respuesta al azufre (S) que este material fertilizante contiene. Los rendimientos alcanzados cuando se aplicaron 17 kg/ha de sulpomag fueron de 2,078 kg/ha en comparación con 1,344 kg/ha obtenidos cuando no se aplica el fertilizante .

Obando et al. (1998) en Costa Rica, evaluaron dos dosis de fertilizante químico 350 y 700 kg/ha/año de fórmula completa, aplicado en dos épocas del año, combinado con cuatro niveles de abono orgánico: 0, 2.5, 5.0 y 10.0 toneladas/ha/año aplicados en una sola época; todos los tratamientos recibieron una dosis extra de 300 kg/ha de nitrato de amonio. Los resultados indican que la interacción entre tratamientos marca diferencias estadísticas significativas al 3.5%. Los tratamientos altos en broza, mezclados indistintamente con las dos dosis de fertilizante químico fueron los mejores .

2.2 Justificación

La fertilización orgánica es una actividad que garantiza una mayor longevidad productiva y la producción de un café diferenciado. Además, esta práctica puede inducir a un aumento del rendimiento y a una producción de grano de mejor calidad, lo que permitirá la incursión en nuevos nichos de mercado que demandan tipos de café especiales. De acuerdo con Sallé (1999) en Estados Unidos y Europa cambios ocurridos en los hábitos de consumo del café, han permitido el desarrollo de mercados alternativos caracterizados por la demanda creciente de un producto diferenciado y de calidad.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

Determinar los efectos de la aplicación de diferentes tipos y dosis de abonos orgánicos sobre el rendimiento del cultivo de café.

3.2. Objetivos específicos

1. Determinar los efectos de la aplicación de fertilizantes orgánicos sobre el rendimiento en café uva.
2. Determinar los efectos de la dosis de aplicación de abono orgánica sobre el rendimiento en café uva.
3. Determinar la rentabilidad de la práctica de aplicación de abono orgánico en café.

⁸ www.sul-po-mag.com/spanish/assets/agri-facts/gsp-16

⁹ www.infoagro.go.cr/Agricola/tecnologia/cafe98/Cafe.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Ubicación del experimento

El estudio se efectuó en la Estación Experimental Agroecológica de Agricultura de Montaña “El Cafecito”, durante el periodo de enero 2006 a mayo 2008. La estación se encuentra ubicada en la vertiente norte de la Cordillera Central, entre las coordenadas 18° 55' hasta 19° 17' N y 70° 31' a 70° 50' O. Sus límites geográficos son: al Norte, la carretera que va de Jarabacoa a Manabao; al Sur, estribaciones de la Cordillera Central y el camino de penetración hacia la comunidad de Los Marranitos; al Este con terrenos privados, y al Oeste el camino de penetración a la comunidad de Los Marranitos. Pertenece al municipio de Jarabacoa, de la provincia de La Vega. La altitud varía entre 900 msnm en los fondos del Arroyo Los Dajaos, aumentando a 1,200 msnm en los firmes de colinas altas y montañas bajas.

4.2 Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con 20 tratamientos y tres repeticiones.

4.2.1 Tratamientos

1. Testigo absoluto.
2. Aplicación de lombricompost (2 libras/planta).
3. Aplicación de lombricompost (3 libras/planta).
4. Aplicación de lombricompost (4 libras/planta).
5. Aplicación de nutriorganico (2 libras/planta).
6. Aplicación de nutriorganico (3 libras/planta).
7. Aplicación de nutriorganico (4 libras/planta).
8. Aplicación de compost (2 libras/planta).
9. Aplicación de compost (3 libras/planta).
10. Aplicación de compost (4 libras/planta).
11. Aplicación de sulpomag (0.5 libras/planta).
12. Aplicación de 1.5 libra de lombricompost + 0.5 libra de sulpomag/planta.
13. Aplicación de 2.5 libras de lombricompost + 0.5 libra de sulpomag/planta.
14. Aplicación de 3.5 libras de lombricompost + 0.5 libra de sulpomag/planta.
15. Aplicación de 1.5 libra de nutriorgánico + 0.5 libra de sulpomag/planta.
16. Aplicación de 2.5 libras de nutriorgánico + 0.5 libra de sulpomag/planta.
17. Aplicación de 3.5 libras de nutriorgánico + 0.5 libra de sulpomag/planta.
18. Aplicación de 1.5 libra de compost + 0.5 de sulpomag/planta.
19. Aplicación de 2.5 libras de compost + 0.5 libra de sulpomag/planta.
20. Aplicación de 3.5 libras de compost + 0.5 libra de sulpomag/planta.

4.2.2 Variables

- Rendimiento en café uva (kg/ha).
- Rentabilidad del cultivo (relación costo/beneficio).

4.2.3 Análisis de los datos

El análisis de los datos se realizó utilizando el paquete estadístico InfoStat (2004).

4.3 Manejo del ensayo

Se seleccionó un campo de café en producción de la variedad Caturra de 6 años de edad. La distancia de siembra era de dos ejes/postura. Marco de siembra de 2 m entre hileras x 1 m entre planta. Se procedió al marcado del área total de estudio, marcado de los bloques y de los tratamientos. Además, se realizó la limpieza del área mediante un chapeo. Para la aplicación de los abonos se pesaron todas las dosis y luego se usaron envases tarados con los diferentes pesos. La aplicación de los abonos se realizó en dos momentos. La primera aplicación en el mes de abril con la mitad de la dosis del fertilizante y la otra mitad se aplicó en agosto (cantidad aplicada por aplicación en tratamiento acápite 5. 2.1). El fertilizante, aunque se aplicaba en el momento indicado, siempre se esperaba que el suelo tuviera suficiente humedad para su aplicación. El control de maleza fue de forma manual y para el control de broca se usó la trampa artesanal CODOCAFE/IDIAF.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Rendimientos del cafetal (kg/ha)

En los resultados del análisis de varianza, se puede apreciar que los tratamientos del estudio presentan diferencias estadísticas significativas para la variable rendimiento de café uva. El tratamiento 16 con a la aplicación de 2.5 lb de nutriorgánico + 0.5 lb de sulpomag/planta, mostró los mayores rendimientos con 5,707.6 kg/ha, aunque igual estadísticamente al tratamiento 15 (aplicación de 1.5 lb de nutriorgánico + 0.5 lb de sulpomag/planta) con rendimiento promedio de café uva de 5,425.0 kg/ha, y estadísticamente igual al tratamiento 14 (aplicación de 3.5 lb de lombricompost + 0.5 lb de sulpomag/planta) con rendimiento promedio de 5,339.2 kg/ha, al tratamiento 13 (aplicación de 2.5 lb de lombricompost + 0.5 lb de sulpomag/planta) con rendimiento promedio de 5,100.4 kg/ha, al tratamiento 12 (aplicación de 2.5 lb de lombricompost + 0.5 lb de sulpomag/planta) con rendimiento de 5,179.1 kg/ha y al tratamiento 11 (aplicación 0.5 lb de sulpomag/planta) con rendimiento promedio de 5,203.2 kg/ha (Tabla 1).

El rendimiento más bajo lo presentó el tratamiento 1 (tratamiento testigo) con rendimiento de 2,376.6 kg/ha, aunque estadísticamente igual al tratamiento 8 (aplicación 2 lb/planta de compost) que presentó un rendimiento promedio de 2,607.5 kg/ha y al tratamiento 10 (aplicación 4 lb de compost/planta) con rendimiento de 2,671.0 kg/ha. Este último es estadísticamente igual al tratamiento 9 (aplicación de 3 lb de compost/planta) con rendimiento promedio de 2,986.3 kg/ha.. El efecto positivo de la fertilización sobre el rendimiento y el estado nutricional de las plantas se puede observar en la Figura 1, correspondiente a la no aplicación de abono y la figura 2 que corresponde a la aplicación de abono.

Los resultados obtenidos en esta investigación coinciden con los resultados obtenidos en Brasil en un estudio conducido durante ocho años, donde se determinó que los rendimientos se duplican en los tratamientos que contienen sulpomag, los cuales alcanzaron rendimientos promedio de 2,078.0 kg/ha de café pergamino con la aplicación de 17 kg/ha de sulpomag. Estos rendimientos coinciden con los obtenidos por Obando *et al.* (1998), quienes evaluaron dos dosis de fertilizante químico 350 y 700 kg/ha/año de fórmula completa, aplicado en dos épocas del año, combinado con cuatro niveles de abono orgánico; 0, 2.5, 5.0 y 10.0 toneladas/ha/año aplicados en una sola época; todos los tratamientos recibieron una dosis extra de 300 kg/ha de nitrato de amonio. Los resultados, un promedio de cuatro cosechas, indican que la interacción entre tratamientos marca diferencias estadísticas significativas al 3.5% entre ellos, ubicándose en los mejores lugares, los tratamientos altos en broza, mezclados indistintamente con las dos dosis de fertilizante químico.

La aplicación de nutriorgánico conjuntamente con Sulpomag, incrementó el rendimiento en un 58% en relación a la no aplicación de abono, iguales resultados lograron López y Girón (1992), evaluando la fertilización orgánica en Guatemala; éstos determinaron que el tratamiento donde se aplicó 1.5 libra de pulpa + 34% de la dosis de fertilizante químico incrementó los rendimientos en un 71%, considerándolo suficiente para cubrir los costos y lograr ingresos adicionales.

Los resultados de este estudio guardan relación con lo que sostiene Carvajal (1984) quien dice que una producción alta de café por unidad de superficie, solamente puede ser alcanzada mediante una contribución de varios factores, entre ellos una fertilización adecuada.

Los mayores rendimientos de café uva en kg/ha se produjeron en los tratamientos sulpomag (0.5 libras/planta), 12, 13, 14, 15, 16 y 17. Estos rendimientos oscilan desde 5,117.4 kg/ha en el tratamiento 17 hasta 5,707.6 kg/ha en el tratamiento 16 (Tabla 1).

Tabla 1: Rendimientos promedios kg/ha de café uva (periodo 2005-2007).

Tratamientos	Rendimientos promedio (kg. ha ⁻¹)
1	2376.6 j
2	3333.2 fg
3	3411.6 f
4	4366.6 e
5	3017.2 gh
6	3216.7 fgh
7	3280.6 fgh
8	2607.5 j
9	2986.3 hi
10	2671.0 ij
11	5203.2 bc
12	5179.1 bc
13	5100.4 bc
14	5339.2 b
15	5425.0 ab
16	5707.6 a
17	5117.4 bc
18	4973.7 cd
19	4678.1 de
20	4580.5 e

Diferentes letras entre tratamientos indican diferencias estadísticas al (p<0.01).

¹⁰ www.sul-po-mag.com/spanish/assets/agri-



Figura 1. Plantas de café sin aplicación de fertilizantes.



Figura 2. Plantas de café fertilizadas.

5.2. Rentabilidad del cultivo

Para los costos variables y los beneficios netos de cada tratamiento, la aplicación de 2.5 libras de lombricompost + 0.5 libra de sulpomag/planta produjo el mayor beneficio neto (RD\$72,565.6), seguido por la aplicación de 2.5 libras de nutriorgánico + 0.5 libra de sulpomag/planta, con beneficio neto de RD\$71,039.6. El beneficio neto más bajo se obtuvo con la aplicación de lombricompost (4 libras/planta) con RD\$ 14,813.3, el cual mostró el mayor costo variable con RD\$ 59,418.5 (Tabla 2).

Tabla 2: Rendimientos, beneficio bruto, costo variable y beneficio neto por tratamiento.

Tratamiento	Rendimiento Kg/ha	Beneficio bruto RD\$/ha	Costo variable RD\$/ha	Beneficio neto RD\$/ha
1	2,376.6	40,401.8	7,129.7	33,272.0
2	3,333.2	56,664.6	25,659.0	31,005.6
3	3,411.6	57,996.5	41,223.7	16,772.7
4	4,366.6	74,231.8	59,418.5	14,813.3
5	3,017.2	51,293.0	15,711.1	35,581.9
6	3,216.7	54,683.7	22,639.2	32,044.5
7	3,280.6	55,770.9	29,160.8	26,610.2
8	2,607.5	44,327.8	13,481.9	30,845.9
9	2,986.3	50,766.5	19,947.8	30,818.6
10	2,671.0	45,406.5	24,331.7	21,074.8
11	5,203.2	88,455.0	35,984.7	52,470.3
12	5,179.1	88,044.3	33,159.3	54,885.0
13	5,100.4	86,706.7	48,489.1	38,217.6
14	5,339.5	90,765.6	56,318.	34,446.8
15	5,425.0	92,224.4	19,659.4	72,565.6
16	5,707.6	97,028.7	25,989.1	71,039.6
17	5,117.4	86,995.2	29,318.8	57,676.5
18	4,973.7	84,553.3	18,159.4	66,393.9
19	4,678.0	79,526.2	23,489.1	56,037.1
20	4,580.5	77,869.0	26,318.8	51,550.3

La tasa marginal de retorno (TMR) al aplicar 1.5 libra de nutriorgánico + 0.5 libra de sulpomag/planta, tratamiento de mayor beneficio neto, comparada con el de más bajo costo variable (sin aplicación de fertilizante) y además con el más bajo costo variable (Tabla 3). Se observa que TMR es de 316% cuando se relacionan ambos tratamientos, donde por cada peso invertido en la aplicación se abono se obtiene un retorno de 316 pesos en relación a no aplicar abono. Esto coincide con lo que afirma Garcia (1999) quien dice afirma que una mayor rentabilidad se caracterizan por presentar menores costos, altos rendimientos y mayor atención al manejo de suelos y cultivos y la fertilización forma parte integral del manejo rentable de los cultivos.

Tabla 3. Tratamientos, beneficios netos, costo variable y tasa marginal de retorno.

Tratamientos	Beneficio neto (RD\$/ha)	Costo variable (RD\$/ha)	Tasa marginal de retorno (%)
Sin aplicación de fertilizante	33,272.10	7,129.73	
Aplicación 1.5 libra de nutriorgánico + 0.5 libra de sulpomag/planta	72,565.60	19,659.38	316

Estos resultados demuestran lo expresado por Chaney (2002), la fertilización del cafetal constituye una transacción económica en la cual el caficultor está cambiando fertilizante por producción más abundante y de mejor calidad. Esta práctica no constituye un gasto, sino una inversión que en la mayoría de los casos es devuelta por el cafetal.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Con la fertilización se logró incrementar los rendimientos promedio en 58.36% al pasar de 2,376.6 kg.ha⁻¹ cuando no se aplicó fertilizante, a 5,707.6 kg.ha⁻¹ con la aplicación de 2.5 libra de nutriorgánico + 0.5 libra de sulpomag/planta.

Aplicar sólo sulpomag produjo rendimientos más elevados (5,203.2 kg.ha⁻¹) que la aplicación de lombricompost (4,366.6 kg.ha⁻¹), nutriorgánico (3,280.6 kg.ha⁻¹) o compost (2,986.3 kg.ha⁻¹) sin mezclar, en cualquiera de las dosis.

Las aplicaciones combinadas de sulpomag mas lombricompost, nutriorgánico y compost produjeron 5,339, 5,707.6 y 4,973.7 kg.ha⁻¹ respectivamente. Estos rendimientos fueron superiores a los de las aplicaciones individuales de estos abonos orgánicos.

La mayor tasa marginal de retorno se logró al aplicar 1.5 libra de nutriorgánico + 0.5 libra de sulpomag/planta, la cual fue de 316%. Por tanto la fertilización del cafetal es una actividad rentable para el productor.

6.2. Recomendaciones

Se recomienda la aplicación de 2.5 libras de nutriorgánico + 0.5 libra/planta en dos aplicaciones por año para zonas condiciones agroclimáticas similares a las existentes donde se realizó esta actividad.

Se recomienda continuar las investigaciones sobre este aspecto de la producción de café en otras zonas con condiciones agroecológicas similares a fin de comprobar si estos resultados son consistentes.

7. AGRADECIMIENTOS

A Héctor Jiménez Mora por las orientaciones y cooperación en lo relacionado con el trabajo de campo y en la redacción. A Filomeno Jiménez por su apoyo en el trabajo de campo. A los miembros del Comité Técnico del Centro Norte por la revisión y aporte final al documento.



8. BIBLIOGRAFÍA

- Carvajal, J. F. 1984. Cultivo y fertilización. 2º edición. Instituto Interamericano de la Potasa. Berna/Suiza, CH. 254 p.
- Chanay, P. J. J. 2002. Análisis químico de los suelos para una fertilización balanceada. Parte 1.
- Davis, G; Oseguera, F; Herrera, J. 1989. Evaluación de fertilizantes orgánicos e inorgánicos en la producción del café. In XII simposio sobre caficultura latinoamericana. San Pedro Sula, HN. 435 p.
- García, F. O. 2000. Rentabilidad de la fertilización: Algunos aspectos a considerar. INPOFOS/PPI/PPIC Cono Sur Av. Santa Fe 910 - (B1641ABO) Acassuso – Argentina. Adaptado de "Phosphorus and potassium economics in crop production" de Scott Murrell y Robert Munson. Better Crops with Plant Food No.3 (1999). En línea consultado el 9-6-09 en www.elsitioagricola.com/articulos/garcia/Rentabilidad%20de%20la%20fertilizacion.asp.
- Harrington, L. 1982. Ejercicios sobre el análisis económico de datos agronómicos. Documento de trabajo. Centro internacional de maíz y trigo. México, MX. 79 p.
- López, E. y Girón, T. 1984. La gallinaza como alternativa de fertilización del café. In Investigaciones y descubrimiento sobre el café. Guatemala, GT. 354 p.
- Núñez, P. Cuevas, B. 2004. Especies arboreas de valor comercial y cultivos alimenticios en cafetales de las provincias de Monsenor Nouel y La Vega. EN: IDIAF (Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales). Resultados de investigacion en Agroforesteria, Santo Domingo, DO. 1-27 p
- Obando, J. J., Fonseca, C. C. y Ramírez, M. C. 1998. Efecto de la interacción de la fertilización química y orgánica sobre la producción de café. En línea consultado el 9-6-09 en <http://www.infoagro.go.cr/Agricola/tecnologia/cafe98/Cafe10.htm>.
- Ramírez, J, E. 1999. Fisiología, nutrición y manejo agronómico del cafeto. II seminario de caficultura Dominicana, Santo Domingo DO, 23 p.
- Sallé, B. 1999. Café especiales ¿Que son? . Im III seminario de la caficultura dominicana. G-café. Santo Domingo, DO. p 1-13
- Vargas, J. C. 1993. La Caficultura Dominicana. Estudio de la región central. CEPAE. Santo Domingo, DO. 92 p.



Efectos de la fertilización orgánica e inorgánica sobre el rendimiento y la calidad del café (*Coffea arabica* L.), La Cumbre, Santiago, República Dominicana

Isidro Almonte, Frank Félix Olivares
Investigadores Idiaf

Resumen

Los altos precios de los fertilizantes imperantes en los últimos años (2000 al 2008), han elevado considerablemente los costos de producción, los bajos rendimientos debido a cafetales viejos (más de 30 años de plantados) y densidad de población extremadamente baja, plantaciones con el tejido en estado improductivo, a contribuido a que los caficultores dominicanos hayan abandonado el uso de fertilizante. Para dar respuesta a esta situación se realizó una investigación en los terrenos de la Estación Experimental Cafetalera La Cumbre de Santiago, durante el período enero 2001- diciembre 2007. Está ubicada en las coordenadas: 19° 09'41.7" N y 70°49'05.4" O y 730 msnm. Con temperatura media anual de 21°C y pluviometría media anual 2,300 mm. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos fueron (T1)= Testigo absoluto, (T2)= 8 onzas/planta de fertilizante químico (12-7-21+ micros) en dos aplicaciones, (T3)= 48 onzas/planta de Nutriorgánico en dos aplicaciones, (T4)= 48 onzas/planta de lombricompost en dos aplicaciones y (T5)= 4 onzas/planta de fertilizante químico (12-7-21+micros) en la primera aplicación y 24 onzas/planta de nutriorgánico en la segunda aplicación. Las variables en estudio fueron rendimiento en café uva en kg/ha y rentabilidad (Relación costos/beneficio). Para el análisis de los datos promedios de cuatro cosechas (2003, 2004, 2005, 2006) se realizó un análisis de varianza y comparación de medias de tratamientos por Tukey con probabilidad ($p \leq 0.05$), mediante uso del paquete estadístico InfoStat (2004). El análisis económico se realizó mediante el procedimiento de presupuestos parciales. El análisis de varianza presentó diferencias significativas para la variable rendimiento. La aplicación de 8 onzas/planta de la fórmula 12-7-14+ micros resultó estadísticamente superior a los demás tratamientos con un rendimiento promedio de 4268.97 kg/ha de café uva. El tratamiento testigo presentó el rendimiento promedio más bajos del estudio (2778.91 kg/ha de café uva). Abonar con 8 onzas/planta de fertilizante químico (12-7-21+ micros) en 2 aplicaciones, se obtiene una tasa marginal de retorno (TMR) de 100% con relación al tratamiento testigo. Estos resultados indican que en las condiciones de La Cumbre, Provincia de Santiago, es rentable la aplicación de fertilizante en el cultivo de café. Se concluye que Tanto la fertilización química como orgánica tienen un efecto positivo sobre el rendimiento del café.

Palabras claves: Café, fertilización, aplicación.



1. INTRODUCCIÓN

Los altos precios de los fertilizantes imperantes en los últimos años (2000 al 2008), que han elevado considerablemente los costos de producción, los bajos rendimientos debido a que los cafetales son viejos con más de 30 años de plantados y densidad de población extremadamente baja (Figura 1), la mayoría de la planta con el tejido en estado improductivo. Esto ha contribuido a que los caficultores dominicanos hayan abandonado el uso de fertilizante. Además de que en la caficultura dominicana la mayoría de los productores consideran que la inversión en la compra de fertilizante es un gasto, porque no tienen confianza en que el fertilizante le va a devolver el dinero invertido.



Figura 1. Plantación vieja de café con más de 30 años de edad en la Cumbre, Santiago de los caballeros.

La nutrición del cafeto procura suplir los nutrientes esenciales que la planta requiere y que se encuentran en el suelo en niveles bajos de forma que la planta no puede aprovecharlo para garantizar un retorno económico. El cafeto requiere de 150 a 300-50 a 70 y de 100 a 200 kg/ha/año de nitrógeno, fósforo y potasio respectivamente. Esta fertilización debe considerar la dosis, la fuente, la época y el método de aplicación (Ramírez 1999).

Es interesante y recomendable buscar la reducción de los costos de producción, sin perjudicar el rendimiento o la calidad. Esto es importante en épocas de crisis, como las que sufre el sector cafetalero debido a las variaciones del precio internacional del café. Una de las formas de lograrlo es mejorando la eficiencia de los fertilizantes aplicados en los cafetales, especialmente mediante el restablecimiento del equilibrio entre cationes del suelo (calcio, magnesio y potasio principalmente) con el uso de correctivos y/o enmiendas (Valencia 1998) ¹¹.

¹¹ [www.ppi-ppic.org/ppiweb/ltamn.nsf/\\$webindex/article=FF5F0FE005256B480079DCDF3E97](http://www.ppi-ppic.org/ppiweb/ltamn.nsf/$webindex/article=FF5F0FE005256B480079DCDF3E97)

Indicó además que existen localidades con limitado potencial ambiental de producción, debido a condiciones adversas de clima y/o de suelo. La producción de una finca depende en gran medida del manejo tecnológico del cafetal. No siempre la productividad de café se incrementa, aumentando la cantidad de fertilizante aplicado cuando se ha alcanzado el potencial que permite la oferta ambiental. Además es cierto que la reducción de la producción será evidente si se aplica menos fertilizante del requerido para cumplir con las necesidades de la oferta ambiental de la finca. Se ha demostrado que cuando las producciones históricas de café de una finca son inferiores a 1,250 kg de café pergamino seco/ha/año, es casi innecesario fertilizar, pero que por cada 1,250 kg de potencial ambiental de producción es necesario aplicar un módulo de fertilización de 60, 20 y 60 kg/ha/año de N, P_2O_5 y K_2O , respectivamente, o su equivalente según los análisis de suelos. Estimó que por cada 1,250 kg/ha de café pergamino seco producido se requieren 32- 4 y 40 kg/ha/año de N, P_2O_5 y K_2O respectivamente. Esto significa que un rendimiento de 500 kg/ha de café pergamino seco (rendimiento fácilmente alcanzable en plantaciones tecnificadas en área de condiciones climáticas óptimas) requerirían de 228-26-250 kg/ha/año de N, P_2O_5 y K_2O .

Mite et al. (1985) en experimento efectuado en Ecuador, en un lote experimental de café, con el objetivo conocer el efecto de la fertilización química sobre el rendimiento y algunas características agronómicas de la variedad de café Caturra-amarillo, reportó un efecto positivo de la fertilización sobre el rendimiento, diámetro del tallo y altura de la planta.

Obando *et al.* (1998)¹², establecieron tres experimentos con el objetivo de evaluar el efecto de la interacción entre la fertilización química y orgánica (broza descompuesta de café) sobre la producción. Evaluaron dos dosis de fertilizante químico 350 y 700 kg/ha/año de una fórmula completa, aplicado en dos épocas del año. Combinaron cuatro niveles de abono orgánico; 0, 2.5, 5.0 y 10.0 toneladas/ha/año aplicado en una sola época. Todos los tratamientos recibieron una dosis extra de 300 kg/ha de nitrato de amonio. En Puriscal, la interacción entre tratamientos marcó diferencias estadísticas significativas al 3.5% entre ellos, ubicándose en los mejores lugares, los tratamientos altos en broza, mezclados indistintamente con las dos dosis de fertilizante químico (promedio de cuatro cosechas). Al separar los efectos no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos con fertilizante químico pero sí entre los niveles de abono orgánico con respecto a la no aplicación. En la localidad de Turrialba, donde se analizaron tres cosechas, se apreció una tendencia similar a Puriscal, pero no se marcan diferencias estadísticas.

En Pérez Zeledón (la tercera localidad), se analizaron tres cosechas, la interacción no presenta diferencias estadísticas, pero al separar factores, se aprecia una diferencia estadística significativa al 3% a favor de la dosis más alta de fertilizante químico, mientras que para el abono orgánico no existió una clara tendencia.

¹²www.infoagro.go.cr/Agricola/tecnologia/cafe98/Cafe

En Colombia, Uribe y Salazar (1983) indicaron que aplicaciones superficiales (sin incorporar) entre 6 y 12 kg de pulpa descompuesta, producen rendimientos similares a cafetos que recibieron fertilizante químico. Los mismos autores mencionan que el poder residual de las aplicaciones de pulpa es a corto plazo, lo que hace necesario que se aplique todos los años.

Zambrano¹³ *et al.* (1996), al realizaron un trabajo en San Ramón de Alajuela, Costa Rica sobre análisis económico para la aplicación de tres niveles de broza de café (pulpa) descompuesta en combinación con tres niveles de fertilizante químico. En el mismo se evaluaron dosis de 0- 6,500 y 1,3000 kg de broza descompuesta de café en combinación con 0, 500 y 1000 kg de fertilizante químico suministrado por la formula completa 18-5-15-6-2 más una extra de nitrógeno de 250 kilos de nutran. Los resultados de la evaluación, luego de seis cosechas detectaron diferencias significativas entre los niveles de aplicación de broza y los niveles del fertilizante químico. La interacción fue significativa al 8%, resultando ser la mejor combinación. Al comparar el tratamiento 0+0 (no aplicar ningún tipo de fertilizante), con el tratamiento que genera el máximo beneficio neto, se obtiene una tasa de retorno marginal del 669%.

Fuentes (1993)¹⁴, evaluando los efectos comparativos entre la fertilización orgánica e inorgánica en el rendimiento del café (*Coffea arabica* L.) en el sector de El Pasaje, concluye: 1). No hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos en lo que respecta al número de fruto por rama, presentando un mayor valor numérico los tratamientos orgánicos; 2). El mayor promedio de rendimiento se obtuvo con el tratamiento orgánico en dosis de 0.50 kg/planta.

Este estudio tiene por objetivo determinar el efecto de la fertilización orgánica versus la inorgánica sobre el rendimiento del café.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Ubicación del experimento

El experimento se efectuó en los terrenos de la Estación Experimental Cafetalera La Cumbre de Santiago, durante el período enero 2001- diciembre 2007. La estación está ubicada en las coordenadas: 19° 09'41.7" N y 70°49'05.4" O y 730 msnm. Con temperatura media anual de 21 °C y pluviometría media anual 2,300 mm.

2.2 Diseño, tratamientos, variables en estudio y analisis de datos.

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos fueron (T1)= Testigo absoluto, (T2)= 8 onzas/planta de fertilizante químico (12-7-21+ micros) en dos aplicaciones, (T3)= 48 onzas/planta de nutriorgánico en dos aplicaciones, (T4)= 48 onzas/planta de lombricompost en dos aplicaciones y (T5)= 4 onzas/planta de fertilizante químico (12-7-21+micros) en la primera aplicación y 24 onzas/planta de nutriorgánico en la segunda aplicación. Las variables en estudio fueron rendimiento en café uva en kg/ha y rentabilidad (Relación costos/beneficio).

¹³ www.infoagro.go.cr/Agricola/tecnologia/cafe98/Café

¹⁴ www.cofenac.org/bibliografia/base-claves.php?id=1068

Para el análisis de los datos promedios de cuatro cosechas (2003, 2004, 2005, 2006) se realizó un análisis de varianza y comparación de medias de tratamientos por Tukey con probabilidad ($p \leq 0.05$), mediante uso del paquete estadístico InfoStat (2004). El análisis económico se realizó mediante el procedimiento de presupuestos parciales (Harrington 1982).

2.3. Manejo del experimento

El experimento se inició en enero del 2004 con la siembra de la variedad Caturra. El tamaño de las parcelas fue de 36 m²/ tratamientos con 30 plantas/parcela. El marco de siembra fue de 2 m x 1 m. El área útil/tratamiento fue de 16 m² con 8 plantas útiles/parcela. El área total del experimento fue de 720 m², equivalente a 0.072 ha (1.14 tarea).

La dosis de aplicación de abono químico fue de 8 onzas/planta en dos aplicaciones de la fórmula 14-7-21+ 5 S +0.5 Zn + 0.5 B. La primera aplicación se realizó en abril y la segunda en agosto, dependiendo de las condiciones de humedad del suelo.

Para los abonos orgánicos compost, nutriorganico y lombricompost, la dosis de aplicación fue de 3 libras/planta en dos aplicaciones y para el tratamiento con una aplicación química y una orgánica se aplicó, 4 onzas/planta de la fórmula química en la primera aplicación + 1.5 libra/planta de lombricompost en la segunda aplicación (Figura 2).



Figura 2. Obrero en labor de aplicación de fertilizante a la planta de cafeto..

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Rendimiento

El análisis de varianza (Tabla 1) presenta diferencias significativas para la variable rendimiento. En el Cuadro 1 correspondiente a la comparación de media se aprecia que la aplicación de 8 onzas/planta de la formula 12-7-14+micros resultó estadísticamente superior a los demás tratamientos con un rendimiento promedio de 4268.97 kg/ha de café uva. El tratamiento 5 donde se aplica 4 onzas/planta de la formula química en la primera aplicación y 1.5 libras/planta en la segunda, resultó estadísticamente igual al tratamiento 3 con rendimiento promedio de 3964.13 kg/ha de café uva, pero diferentes y superior estadísticamente a los tratamientos 1 y 2. Se observa además que los tratamientos 3 y 4 son estadísticamente iguales entre si, pero superiores al tratamiento 1 (testigo) y que presenta el rendimiento promedio más bajos del estudio (2778.91 kg/ha de café uva).

Los resultados mostrados por Mite *et al.* (1985), coinciden con lo reportado en este estudio, ya que reportan un efecto positivo de la fertilización sobre el rendimiento del café 136 kg/ha.

De la misma forma coincide con los resultados obtenidos por Obando *et al.* (1998). Estos encontraron un efecto positivo de la interacción de la aplicación de abono orgánico e inorgánico sobre el rendimiento del café.

Sin embargo estos resultados entran en contradicción con los obtenidos por Fuentes (1993), ya que de acuerdo con los resultados de su trabajo los tratamientos donde se aplicó abono orgánico presentan rendimientos superiores a los rendimientos obtenidos en los tratamientos donde se aplicó químico o las interacciones de químicos y orgánicos. De igual manera Uribe y Salazar (1983) obtuvieron rendimientos similares con la aplicación de pulpa de café descompuesta (abono orgánico) a los obtenidos cuando aplicaron fertilizante químico.

Los resultados obtenidos guardan relación con lo que afirma Valencia (1999) en relación al rendimiento del café, quien afirma que “es siempre interesante buscar la reducción de los costos de producción, sin perjudicar el rendimiento. Esto es particularmente importante en épocas de crisis, como las que sufre el sector por las variaciones del precio internacional del café. Una de las formas de lograrlo es mejorando la eficiencia de los fertilizantes aplicados en los cafetales

Tabla 1: Comparación de las medias de los rendimientos promedios de café de los tratamientos.

Tratamientos	Medias (kg/ha)*
Testigo absoluto	2778.91 a
8 onzas/planta de fertilizante químico (12-7-21+ micros) en 2 aplicaciones	4268.97 d
48 onzas/planta de Nutriorganico en 2 aplicaciones	3751.00 bc
48 onzas/planta de Lombricompost en 2 aplicaciones	3636.75 b
4 onzas/planta de fertilizante químico (12-7-21+micros) en la primera aplicación y 24 onzas/planta de Nutriorganico en la segunda aplicación.	3964.13 c

*Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$)

La Figura 1 presenta los resultados del rendimiento promedio alcanzado en cada tratamiento, en ella se puede apreciar el comportamiento de estos y como el tratamiento 2, presenta el rendimiento más alto en relación con los demás.

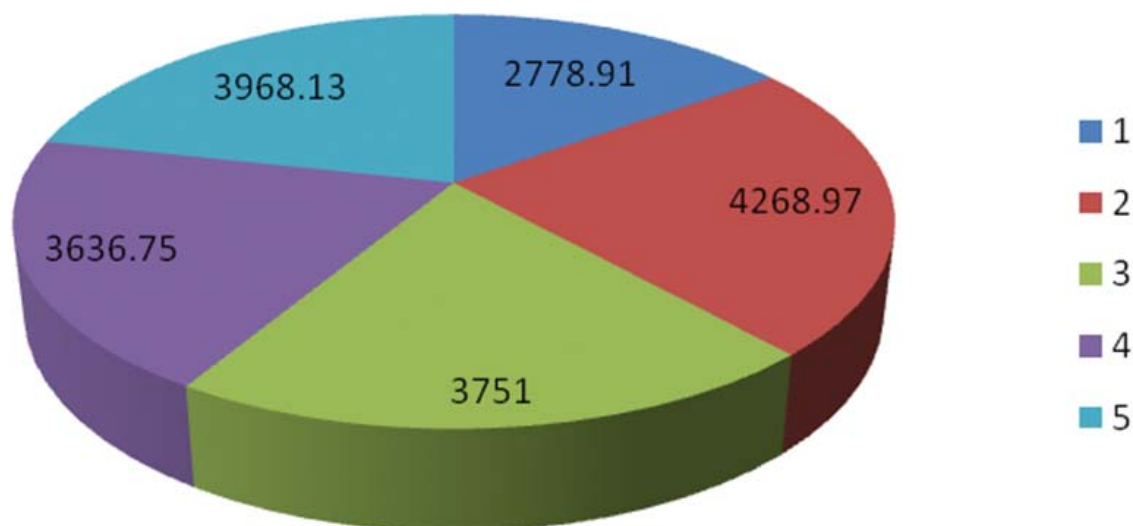


Figura 1: Rendimiento promedio de café uva en kg/ha.

3.2 Relación costo/ beneficio

3.2.1 Cálculo de la tasa marginal de retorno.

En la Tabla 2 con los datos de rendimiento, beneficio bruto y neto y costo variable (Anexo 2) para el cálculo de la tasa marginal de retorno (Harrington 1983) en el estudio Efectos de la fertilización química y orgánica sobre el rendimiento del café.

Tabla 2. Rendimiento, beneficio bruto, costo variable y beneficio neto por tratamiento.

Tratamiento	Rendimiento café uva kg/ha	Beneficio bruto RD\$/ha	Costo variable RD\$/ha	Beneficio neto RD\$/ha
1	2778.91	47,241.47	8,336.73	38,897.26
2	4268.97	72,572.49	21,003.26	51,569.23
3	3751.00	63,767.00	19,449.35	44,317.65
4	3636,75	61,824.75	27,303.02	34,521.73
5	3964.13	67,390.21	28,285.16	39,105.05

Datos: 300 kg de café uva producen 1 qq café oro, precio de venta US\$ 150.00 a una prima de 34= RD\$ 5,100.00, costo de la recolección de una caja RD\$ 90.00

- (1) Testigo absoluto
- (2) 8 onzas/planta de fertilizante químico (12-7-21+ micros) en 2 aplicaciones
- (3) 48 onzas/planta de Nutriorganico en 2 aplicaciones
- (4) 48 onzas/planta de Lombricompost en 2 aplicaciones
- (5) 4 onzas/planta de fertilizante químico (12-7-21+micros) en la primera aplicación y 24 onzas/planta de Nutriorganico en la segunda aplicación.

Al abonar con 8 onzas/planta de fertilizante químico (12-7-21+ micros) en 2 aplicaciones, se obtuvo una tasa marginal de retorno (TMR) de 100.04% con relación al tratamiento testigo (Tabla 5). Estos resultados indican que en las condiciones de La Cumbre, Provincia de Santiago, es rentable la aplicación de fertilizante en el cultivo de café. Resultados similares relativo a la fertilización combinada (química y orgánica) comparada con la no aplicación fueron obtenidos por Zambrano *et al.* (1996) en Costa Rica, ellos determinaron que la interacción de abono químico y orgánico producen mayores rendimientos de café, comparados con la no aplicación, logrando el máximo beneficio neto, al obtener una tasa marginal de retorno de 669.27%.

Tabla 5. Análisis marginal de retorno económico del cultivo.

Tratamiento	Beneficio neto RD\$/ha	Costo variable RD\$/ha	Tasa marginal de retorno %
Testigo absoluto	38,897.26	8,336.73	100.04
48 onzas/planta de Nutriorgánico en 2 aplicaciones	51,569.23	21,003.26	

4. CONCLUSIONES

4.1 Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos en la presente investigación se puede concluir que:

1. Tanto la fertilización química como orgánica tienen un efecto positivo sobre el rendimiento del café.
1. Los tratamientos evaluados presentaron diferencias estadística altamente significativas.
2. El tratamiento 2, correspondiente a la aplicación de 8 onzas/planta de la formula 12- 8- 14+ micros superó a los demás tratamientos del estudio con un rendimiento promedio de 4,268.97 kg/ha de café uva.
3. El tratamiento 3, donde se aplicaron 48 onzas/planta de Nutriorganico produjo la mayor rentabilidad, con una Tasa Marginal de Retorno económico de 100.04 %. Indicando un retorno de 100 pesos con 4 centavos por cada peso invertido en la compra de fertilizante.
4. La inversión en fertilizante es rentable en la cumbre de acuerdo con las condiciones de suelo de La Cumbre.

5. AGRADECIMIENTO

Queremos expresar nuestro agradecimiento al Dr. Pedro Núñez por su aporte en la revisión del documento. A Ignacio Batista por su apoyo en la recolección de datos y en el seguimiento a las labores de campo realizadas durante toda la conducción de experimento. Al Comité Técnico del Centro Norte por sus aportes en la revisión del informe.



6. BIBLIOGRAFIA

- Chanay, P., J. J. 2002. Análisis químico de los suelos para una fertilización balanceada. Parte I.
- Fuentes, A. W.J. 1993. Efectos comparativos entre la fertilización orgánica e inorgánica en el rendimiento del café (*Coffea arábica*) en el sector de El Pasaje. Tesis de Ing. Agrop. Babahoyo, EC, Universidad Técnica de Babahoyo, Fac. de Ciencias Agrícolas, Escuela de Ingeniería Agronómica, Ecuador, 54p. En línea, consultado el 23-6-2008 www.cofenac.org/bibliografia/base-claves.php?id=1068.
- Harrington, L. 1982. Ejercicios sobre el análisis económico de datos agronómicos. Documento de trabajo. Centro Internacional de maíz y trigo, México, MX. 79p.
- Mite V. F., Amores P. F., Erazo, J y Casanova, M. 1985. Efecto de la fertilización química sobre el rendimiento de café, variedad Caturra amarillo. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Informe Técnico Anual (INIAP). Estación Experimental Pichelingue. Departamento de Suelos y Fertilizantes, Quevedo, Ecuador, EC. P82-83.
- Obando, J. J., Fonseca, C. C. y Ramírez, M. G. 1998. Efecto de la interacción de la fertilización química y orgánica sobre la producción de café.
- Ramírez, J. R. 1999. Tecnología de fertilización. Fertilizantes Químico Dominicano (FERQUIDO/grupo G-CAFE). II Seminario de Caficultura Dominicana. Salón Anacaona Hotel Jaragua, Santo Domingo, República Dominicana, DO. 23p.
- Uribe H., A y Salazar. A., N. 1983. Influencia de la pulpa del café en la producción del cafeto. CENICAFE, Colombia 34 (2): P 44-58.
- Valencia, G. 1998. Manual de nutrición y fertilización del café. Instituto de la Potasa y del Fosforo (INPOFOS), Quito, Ecuador, EC.
- Zambrano, M. G., Alfaro A. R. y Zamora, Q. L. 1996. Análisis económico para la aplicación de tres niveles de broza de café descompuesta en combinación con tres niveles de fertilizantes químicos. San José Costa Rica.



Efectos de la frecuencia de aplicación de fertilizantes químicos sobre el rendimiento del cultivo de café en producción en San José de las Matas, Santiago, República Dominicana

Isidro Almonte¹, Ignacio Batista¹, Frank Olivares¹, Pedro Núñez¹
Investigadores del IDIAF

Resumen

Desde la década de los 90's, los precios internacionales del café se han deprimido sensiblemente, debido entre otros, a una sobreoferta por parte de los países productores, lo cual se ha mantenido en los últimos años. Esta situación ha contribuido con una reducción de la rentabilidad de las empresas cafetaleras, y ha determinado una menor inversión en el cultivo, sobretodo en la aplicación de fertilizante. A esto se agrega la situación de los altos precios de los fertilizantes, lo que eleva considerablemente los costos de producción. Con el fin de dar respuesta a esta situación se realizó un estudio en Cerro Prieto de Las Lagunas, San José de las Matas Santiago, durante el periodo del 2002 al 2004. Se ubica 19° 09'41.7" N y 70°49'05.4" O a 1,270 msnm, temperatura media anual de 20°, precipitación media anual 2,300 mm. Se utilizó un diseño de bloques al azar con 10 tratamientos y tres repeticiones. Se realizó análisis de varianza y la comparación de medias de los tratamientos por contraste (InfoStat 2004). El análisis económico se realizó mediante el procedimiento de presupuestos parciales. Los tratamientos evaluados fueron: Testigo (sin aplicación), una aplicación anual (testigo relativo), una aplicación bianual, dos aplicaciones anuales, dos aplicaciones bianuales, dos y una aplicación bianual, tres aplicaciones anuales, tres aplicaciones bianuales, tres y una aplicación bianual, y tres y dos aplicaciones bianuales. Las variables evaluadas fueron: rendimiento en café uva en kg/ha y rentabilidad (Relación costo/beneficio). El análisis de varianza realizado a los rendimientos promedios mostró diferencias significativas entre tratamientos. El tratamiento 1 (testigo) resultó diferente e inferior a todos los demás con un rendimiento promedio de 3,062.05 kg/ha ($P < 0.0001$).

Palabras claves: Fertilizantes, fertilización, frecuencia, rendimiento.

¹ Investigadores del Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (Idiaf). Calle Rafael Augusto Sánchez, N° 89, Ensanche Evaristo Morales, Santo Domingo, República Dominicana



I. INTRODUCCIÓN

Desde la década de los 90's, los precios internacionales del café se han deprimido sensiblemente, debido entre otros, a una sobreoferta por parte de los países productores, lo cual se ha mantenido en los últimos años. Esta situación ha contribuido con una reducción de la rentabilidad de las empresas cafetaleras, y ha determinado una menor inversión en su cultivo, sobretodo en la aplicación de fertilizante. A esto se agrega la situación de los altos precios de los fertilizantes, lo que eleva considerablemente los costos de producción.

Cuando el caficultor fertiliza está buscando dar a la planta los nutrientes que la planta necesita y que se encuentran en el suelo, pero en muchos casos en niveles bajos de manera que no garantiza suplir de forma completa las necesidades del cultivo.

De acuerdo con Ramírez (1999) la planta de cafeto requiere de 150 a 300 kg/ha/año de nitrógeno, de 50 a 70 kg/ha/año de fósforo (P_2O_5) y de 100 a 200 kg/ha/año de potasio (K_2O). La recomendación racional de fertilizantes debe tomar en cuenta la dosis, la fuente, la época y el método de aplicación.

Por su parte Valencia¹⁵ (1999) estima que las necesidades de crecimiento vegetativo del cafeto son de 100, 10 y 90 kg/ha/año de N, P_2O_5 y K_2O , respectivamente. Para un rendimiento de 5,000 kg de café pergamino seco por hectárea (rendimiento fácilmente alcanzable), se requieren de 228 N, 26 P_2O_5 y 250 K_2O , Kg/ha/año.

De acuerdo con Pineda (2002) un bajo nivel de potasio desarrolla una película plateada en el grano verde que desmejora el aspecto y dificulta la catación, por tanto para cuidar la calidad debe cuidarse el nivel de potasio en el suelo.

García (2000) al referirse a la fertilización dice que los beneficios de la fertilización no se limitan al incremento en rendimiento, sino que también se mejoran las eficiencias de uso de otros insumos de importancia en el sistema de producción. Estos nutrientes también mejoran la calidad del producto.

Con el propósito de buscar respuesta al problema de la fertilización y la frecuencia de realización, se llevó a cabo el siguiente experimento cuyo objetivo fue determinar la mejor alternativa de fertilización que mejore los ingresos de los caficultores. En todos los países cafetaleros, se han realizado investigaciones con el fin de determinar la dosis de fertilizante que brinde mayor producción, así como la mejor época de aplicación para su mejor aprovechamiento. En Colombia, Valencia (1988) recomendó la aplicación de

fórmulas como la 17-6-18-2 a una dosis entre 200 y 300 gramos/planta dividida en dos aplicaciones, una en febrero y otra en agosto.

En El Salvador, Torres y Cruz (1988) afirman que se han obtenido mayores respuestas a la fertilización en el café, cuando se usan rangos de nitrógeno puro entre 135 y 190 kg/ha, fósforo 65 kg/ha y Potasio 195 kg/ha, distribuidos en los meses de mayo, julio y setiembre.

¹⁵ [www.ppipic.org/ppiweb/ltamn.nsf/\\$webindex/article=FF5F0FE005256B480079DCDF3E97](http://www.ppipic.org/ppiweb/ltamn.nsf/$webindex/article=FF5F0FE005256B480079DCDF3E97)

¹⁵ www.elsitioagricola.com/articulos/garcia/Rentabilidad%20de%20la%20fertilizac

En Guatemala, Hernández (1988) recomienda realizar tres aplicaciones de fertilizante al año, distribuidos en mayo-junio con solo nitrógeno, otra en agosto-setiembre con una fórmula NPK como 20-10-10, 21-7-14, 18-6-12 ó 13-13-20 con o sin elementos secundarios y menores y otra de sólo nitrógeno en octubre-noviembre en dosis que van de 60 a 120 gramos por planta por aplicación.

En Costa Rica, la investigación en nutrición mineral en el cultivo del café data desde los inicios de los años 50, el Ministerio de Agricultura y Ganadería, logró establecer inicialmente recomendaciones con fórmulas altas en nitrógeno y con regular contenido de fósforo y potasio para suelos cafetaleros al sur de San José. Posteriormente, luego de muchos años de investigación en este campo, se logró establecer que para plantaciones con altas producciones, se deben realizar tres aplicaciones de fertilizante al año, las dos primeras en mayo y junio, y agosto y setiembre con fórmulas como la 18-5-15-6-2-, 20-7-12-3-1.2 en cantidades que van desde los 500 a los 1000 kg por hectárea por año, más una extra nitrogenada en octubre-noviembre con urea o nitrato de amonio hasta completar los 300 kg de nitrógeno por hectárea por año (ICAFE-MAG 1963).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Ubicación del experimento

El experimento se realizó en Cerro Prieto de Las Lagunas, San José de las Matas, Santiago durante el periodo del 2002 al 2004. Ubicación 19° de 09'41.7" N y 70°49'05.4" O a 1,270 msnm. Temperatura media anual de 20°C y precipitación media anual de 2,300 mm.

2.2 Diseño experimental

Se utilizó un diseño de bloques al azar con 10 tratamientos y tres repeticiones. Se realizó un análisis de varianza y la comparación de medias de los tratamientos por contraste (InfoStat 2004). El análisis económico se realizó mediante el procedimiento de presupuestos parciales (Harrington 1984).

2.2.1 Tratamientos

1. Testigo (sin aplicación)
2. 1 aplicación anual (testigo relativo)
3. 1 aplicación bianual
4. 2 aplicaciones anuales
5. 2 aplicaciones bianual
6. 2 y 1 aplicación bianual
7. 3 aplicaciones anuales
8. 3 aplicaciones bianual
9. 3 y 1 aplicaciones bianual
10. 3 y 2 aplicaciones bianual

2.2.2 Variables

1. Rendimiento en café uva en kg/ha
2. Rentabilidad del cultivo (Relacion costo/beneficio)

2.3 Manejo del experimento

El tamaño de las unidades experimentales fue de 70 m² por tratamiento. Densidad de población 35 plantas, con un marco de 2 m x 1 m. El área útil por tratamiento fue de 50 m² con 25 plantas. El área total del experimento fue de 2,240 m² (0.224 ha).

La dosis aplicada de la fórmula 14- 7- 21+ 5 S +0.5 Zn + 0.5 B fue 4 onzas/planta por aplicación. Se realizaron las aplicaciones durante los meses de abril (la primera), agosto (la segunda) y diciembre (la tercera) de cada año.

El suelo de la finca pertenece al orden Inceptisol (URP 1984), con pH promedio de 4.8 (muy ácido), suelos con bajo contenido P y alto en MO y en K. De los micronutrientes sólo el manganeso se encuentra en niveles muy altos, mientras que Zn, B y Cu en niveles bajos. En general, este suelo tiene una fertilidad entre media y baja.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Rendimientos del cultivo (kg/ha)

El análisis de varianza realizado a los rendimientos promedios mostró diferencias significativas entre tratamientos (Tabla 1 y Anexo 7.1). El tratamiento 1 (testigo) resultó diferente a todos los demás con un rendimiento promedio de 3,062.05 kg/ha ($P < 0.0001$) (Anexo 7.4). El tratamiento 2 (1 aplicación anual), con un rendimiento promedio de 3,643.40 kg/ha resultó inferior y diferente a los demás ($P < 0.0267$). El mismo comportamiento presentaron los tratamientos 3 (1 aplicación bianual) con rendimiento promedio de 4,012.41 kg/ha ($P < 0.0001$), el 4 (2 aplicaciones anuales) con un rendimiento de 4,750.89 kg/ha ($P < 0.0264$), y el 5 (2 aplicaciones bianuales) con rendimiento promedio de 4,341.55 kg/ha ($P < 0.0009$). El tratamiento 6 (3 aplicaciones anuales) con rendimiento de 4,342.77 kg/ha ($P < 0.2849$), resultó estadísticamente igual a los tratamientos 8, 9 y 10; mientras que el 7 con rendimiento de 4,122.23 kg/ha ($P < 0.1689$) igual a 9 y 10. El 8 con rendimiento promedio de 4,347.84 kg/ha igual al 9 y al 10 ($P < 0.7461$); mientras que el tratamiento 9 con un rendimiento promedio de 3,643.26 kg/ha resultó diferente al tratamiento 10 con rendimiento promedio de 4,438.26 ($P < 0.0434$).

Tabla 1: Comparación de medias por contraste.

Contraste	Pr > F
t1 vs resto	<0.0001
t2 vs t3 t4 t5 t6 t7 t8 t9 t10	0.0267
t3 vs t4 t5 t6 t7 t8 t9 t10	<.0001
t4 vs t5 t6 t7 t8 t9 t10	0.0264
t5 vs t6 t7 t8 t9 t10	0.0009
t6 vs t7 t8 t9 t10	0.2849
t7 vs t8 t9 t10	0.1689
t8 vs t9 t10	0.7461
t9 vs t10	0.0434

Dos tratamientos son estadísticamente iguales cuando el valor de F es mayor que Pr > F.

3.2 Rentabilidad

3.1.1 Tasa Marginal de Retorno

El tratamiento testigo obtuvo una tasa marginal de retorno económico de 20% con relación al tratamiento 3 (Tabla 2 y Anexos 7.2 y 7.3). Estos resultados indican que en las condiciones de suelo de Cerro Prieto, no es rentable la aplicación de fertilizante en ningunas de las alternativas evaluadas. Esto se explica, entre otros factores, al alto costo del fertilizante y al bajo precio del café, durante el periodo analizado. Esta situación ocurre con frecuencia en la actividad cafetalera, por lo que, con frecuencia se observan los bajos rendimientos reportados a nivel nacional.

Tabla 2. Análisis económico marginal de retorno del estudio efectos de la frecuencias de aplicación de fertilizante químico en café en producción sobre el rendimiento del cultivo.

Tratamiento	Beneficio neto RD\$/ha	Costo variable RD\$/ha	Tasa marginal de retorno %
Testigo (sin aplicación)	19,903.33	6,124.10	20
Una aplicación bianual	17,884.32	16,221.17	

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

Hubo diferencias altamente significativas entre los tratamientos evaluados, exceptuando el 8 y 9 que son estadísticamente iguales ($P < 0.7461$).

El tratamiento 4 superó estadísticamente a todos los demás tratamientos, alcanzando un rendimiento de 4,750.89 kg/ha.

El testigo absoluto produjo la mayor rentabilidad, con una tasa marginal de retorno económico de 20%. Estos resultados indican que en las condiciones de suelo de Cerro Prieto, no es rentable la aplicación de fertilizante en ningunas de las alternativas evaluadas, debido al alto costo del fertilizante y al bajo precio del café, durante el periodo analizado.

4.2 Recomendaciones

De acuerdo con los resultados obtenidos en la investigación se recomienda que para la producción de café en zonas con las mismas condiciones edafoclimáticas no es aconsejable la aplicación de fertilizante, mientras imperen los altos precios de los fertilizantes. Sin embargo es recomendable la repetición de este tipo de estudio a fin de comprobar estos resultados.

5. AGRADECIMIENTOS

A Héctor Antonio Jiménez Mora por su respaldo y apoyo. Al Comité Técnico del Centro Norte por la revisión y aportes realizado al documento.

6. REFERENCIAS

- Garcia, F. O. 2000. Rentabilidad de la fertilización: Algunos aspectos a considerar. INPOFOS/PPI/PPIC Cono Sur Av. Santa Fe 910 - (B1641ABO) Acassuso – Argentina. Adaptado de "Phosphorus and potassium economics in crop production" de Scott Murrell y Robert Munson. Better Crops with Plant Food No.3 (1999). En línea consultado el 9-6-09 en www.elsitioagricula.com/articulos/garcia/Rentabilidad%20de%20la%20fertilizacion.asp.
- Harrington, L. 1982. Ejercicios sobre el análisis económico de datos agronómicos. Documento de trabajo. Centro internacional de maíz y trigo. México, MX. 79 p.
- Hernández, M. 1988. Manual de Caficultura de Guatemala. Asociación Nacional del Café. Guatemala, GT. 247 p.
- Infostat. 2004. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Instituto del café, Ministerio de Agricultura y Ganadería (ICAFE-MAG). 1963. Nutrición del Cafeto en Costa Rica. San José, CR. Boletín Técnico No.43. 35 p.
- Pineda, R. (2002). Cafés especiales. Boletín 1, INTRAC CDA, Honduras, HN. E-mail Ricardo@intrac.com . Programa Cooperativo ICAFE MAG. 1989. Manual de Recomendaciones para el Cultivo del Café. San José, CR. 122 p.
- Ramírez, J. R. (1999). Tecnología de fertilización. FERQUIDO/Grupo G- CAFÉ. II Seminario de Caficultura Dominicana. Salón Anacaona Hotel Jaragua. Santo Domingo, DO. 23 p
- Secretaría de Estado de Agricultura. 1985. Característica de los suelos de República Dominicana. Subsecretaría de Recursos Naturales. Departamento de inventario y ordenamiento de los Recursos Naturales. Proyecto MARENA. Santo Domingo, DO. 59 p.
- Torres, G y Cruz, J.A. 1988. Suelos Cafetaleros de El Salvador. Curso Regional sobre Nutrición Mineral del Cafeto. Programa Cooperativo para la Protección y Modernización de la Caficultura. San José, CR. p 199-206.
- Valencia, G. 1988. Nutrición Mineral del Cafeto. Tecnología del Cultivo del Café. Federación Nacional de Cafeteros. Colombia. p. 113-156



7. ANEXOS

Anexo 7.1: Comparación de medias por contraste.

Contraste	DF	Contrate SS	Cuadrado Medio	Valor de F	Pr > F
t1 vs resto	1	3645556.4	3645556.4	92.4	<.0001
t2 vs t3 t4 t5 t6 t7 t8 t9 t10	1	229778.1	229778.1	5.8	0.0267
t3 vs t4 t5 t6 t7 t8 t9 t10	1	1027626.2	1027626.3	26.0	<.0001
t4 vs t5 t6 t7 t8 t9 t10	1	230609.9	230609.9	5.8	0.0264
t5 vs t6 t7 t8 t9 t10	1	622206.5	622206.5	15.8	0.0009
t6 vs t7 t8 t9 t10	1	47924.4	47924.4	1.21	0.2849
t7 vs t8 t9 t10	1	81046.5	81046.5	2.0	0.1689
t8 vs t9 t10	1	4263.9	4263.9	0.1	0.7461
t9 vs t10	1	186137.7	186137.7	4.7	0.0434

Dos tratamientos son estadísticamente iguales cuando el valor de F es mayor que Pr > F

Anexo 7.2: Costos variables por hectárea.

Tratamiento	Mano de obra aplicación abono RD\$	Mano de obra Cosecha RD\$	Costo abono RD\$
1	0.00	6,124.10	0.00
2	1,071.45	7,286.79	7,124.90
3	1,071.45	8,024.82	7,124.90
4	2,142.49	9,501.78	14,250.28
5	2,142.49	8,683.11	14,250.28
6	2,142.49	8,685.53	14,250.28
7	3,214.35	8,244.45	21,375.19
8	3,214.35	8,695.68	21,375.19
9	3,214.35	7,984.53	21,375.19
10	3,214.35	8,876.53	21,375.19

Anexo 7.3 Rendimiento, beneficio bruto, costo variable y beneficio neto por tratamiento.

Tratamiento	Rendimiento Kg/ha	Beneficio bruto RD\$/ha	Costo Variable RD\$/ha	Beneficio neto RD\$/ha
1	3,062.05	26,027.43	6,124.10	19,903.33
2	3,643.40	30,968.90	15,483.14	15,485.76
3	4,012.41	34,105.49	16,221.17	17,884.32
4	4,750.89	40,382.57	25,894.55	14,488.02
5	4,341.55	36,903.18	25,075.88	11,827.30
6	4,342.77	36,913.55	25,078.30	11,835.24
7	4,122.23	35,038.96	32,833.99	2,204.96
8	4,347.84	36,956.64	33,285.22	3,671.42
9	3,992.26	33,934.21	32,574.07	1,360.14
10	4,438.26	37,725.21	33,466.07	4,259.14



Efectos de la aplicación de lombricompost sobre los rendimientos del café en Solimán, Provincia Montecristy, República Dominicana

Isidro Almonte¹, Aridio Pérez¹, Pedro Núñez¹
Investigadores del IDIAF

Resumen

Como efecto de la reducción de los precios del café, los caficultores han dejado de fertilizar o han reducido la cantidad aplicada, en la mayoría de los casos. Este hecho ha incidido en la disminución de la productividad y longevidad del cultivo. Esta situación ha convertido la producción de café en una actividad poco rentable, que causa el abandono de los cafetales y la migración de los productores hacia las ciudades. El objetivo fue determinar el efecto de la aplicación de lombricompost sobre el rendimiento del café. La investigación se realizó del 2001 al 2006 en Solimán de Monte Cristy, ubicada a 19° 45' 51.3" latitud norte y 70° 09' 41.7" longitud oeste. Altitud 800 msnm, temperatura media anual entre 20 y 25°C y precipitación media anual entre 1,000 y 1,700 mm. El diseño fue de bloques completos al azar con nueve tratamientos y tres repeticiones. Fueron evaluadas tres dosis de lombricompost (1.0, 2.0 y 3.0 lb/planta), una dosis de compost (4 lb/planta) y una de nutrigónico (4 lb/planta), aplicadas en abril y agosto. Se evaluó rendimiento (kg/ha) café uva y rentabilidad. Hubo respuesta altamente significativa. Aplicar 1.5 lb de lombricompost/ planta en abril y agosto (5,077.83 kg/ha). Al analizar la rentabilidad se observó que aplicar 1 lb de compost/ planta produjo la mayor tasa marginal de retorno económico (86.62%), con producción promedio de 4,424.42 kg/ha. Se concluye que aplicar lombricompost o compost pueden ser alternativas a la fertilización convencional, reducen costos y favorecen la permanencia en la actividad cafetalera.

Palabras claves: Café, abono orgánico, dosis, lombricompost, nutriorgánico, compost y rendimiento.

¹ Investigadores del Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (Idiaf). Calle Rafael Augusto Sánchez, N° 89, Ensanche Evaristo Morales, Santo Domingo, República Dominicana



1. INTRODUCCION

La merma en los precios del café, tanto en el mercado local como en el internacional, ha hecho que en muchos casos los caficultores hayan ido abandonando la práctica de aplicar fertilizantes al cultivo o han reducido la cantidad aplicada. Este hecho ha incidido de forma negativa en la productividad y longevidad del cultivo de café.

Estas circunstancias negativas han convertido la producción de café en una actividad poco rentable, provocando abandono de los cafetales, ocasionando bajos rendimientos y la migración hacia las ciudades más cercanas (STP 2001); además se está sustituyendo el café por cultivos anuales (Vargas 1993), reduciéndose el bosque productivo en las montañas del país.

Ramírez (1999), afirma que la respuesta del cafeto a la fertilización depende de que los factores de producción sean satisfactorios con un nivel y balance adecuados. La nutrición mineral del cafeto procura suplementar los nutrientes esenciales requeridos por la planta, que se encuentran a niveles bajos en el suelo, o en forma no aprovechable y que son requeridos en diferentes etapas de su ciclo productivo para lograr cosechas que garanticen retorno económico.

Los cambios ocurridos en los hábitos de consumo del café en los mercados de los Estados Unidos y Europa, han permitido el desarrollo de un mercado alternativo caracterizado por la demanda creciente de un producto de alta calidad. En tal sentido, la tasa de crecimiento en los Estados Unidos en los últimos 30 años es de 7 a 10%, alcanzando en el 2000 un volumen de 25 a 30% de la demanda total (Sallé 1999).

La República Dominicana además de tener climas y suelos apropiados para la producción de café de alta calidad, dispone de un 85% del área cultivada de la variedad Typica (CODOCAFE 2001), la cual es demandada por los mercados de cafés especiales por el tamaño grande del grano y por su excelente calidad a la taza. Para tal fin, se requiere también la generación y validación de tecnologías que den valor agregado al café dominicano.

Carvajal (1984), dice que una alta productividad de café, solamente puede ser alcanzada mediante una contribución de varios factores, entre ellos una fertilización adecuada e intensiva.

López y Girón (1992), determinaron en un estudio realizado en Guatemala que los tratamientos que contenían como abono orgánico pulpa de café mantenían la estabilidad del pH, el contenido de aluminio, manganeso y hierro, que mejoraron los niveles de fósforo, Zinc y de materia orgánica en relación con aquellos tratamientos que no contenían pulpa de café. Este mismo estudio reveló que el tratamiento donde se aplicó 1.5 libra de pulpa + 34% de la dosis de fertilizante químico incrementó los rendimientos en un 71% considerándolo suficiente para cubrir los costos y lograr ingreso adicional.

En Honduras se comparó la fertilización orgánica con la química, encontrando que no se presentó diferencia estadística significativa en los rendimientos entre los tratamientos que contenían gallinaza como fuente de fertilizante orgánico y sus diferentes combinaciones y el uso de fertilizantes químicos (Davis *et al.* 1989).

El objetivo del estudio fue determinar el efecto de dosis y frecuencias de aplicación de lombiricompост sobre los rendimientos del café.

2. METODOLOGÍA

2.1 Ubicación del experimento

El experimento se efectuó en Solimán, Montecristi, durante el periodo del 2001 al 2006, cuyas coordenadas son de 19° 45' 51.3" N y 70° 09' 41.74" O. Altitud 800 msnm, temperatura media anual 25°C y precipitación media anual entre 1,000 a 1,700 mm. Los suelos pertenecen al orden de los inceptisoles, con textura franco arcillosa, color pardo oscuro y con buen drenaje (SEA 1985).

2.2 Diseño experimental

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con nueve tratamientos y tres repeticiones. Para el análisis de los datos se hizo análisis de varianza y la comparación de medias con la prueba de Tukey (α 0.05). El análisis económico se realizó mediante presupuestos parciales. Las variables en estudio fueron rendimiento en café uva y rentabilidad.

2.3 Tratamientos

1. 0 aplicación (testigo absoluto)
2. 2 lb/tratamiento de compost (testigo relativo) en 2 aplicaciones/año
3. 2 lb/tratamiento de nutriorgánico (testigo relativo) en 2 aplicaciones/año
4. 1 lb/tratamiento de lombricompost en 1 aplicación/año
5. 1 lb/ tratamiento de lombricompost en 2 aplicaciones/año
6. 2 lb/tratamiento de lombricompost en 1 aplicación/año
7. 2 lb/ tratamiento de lombricompost en 2 aplicaciones/año
8. 3 lb/tratamiento de lombricompost en 1 aplicación/año
9. 3 lb/ tratamiento de lombricompost en 2 aplicaciones/año

2.5 Manejo del experimento

Se sembró la variedad Typica a un marco de siembra de 2 x 2 m. El tamaño de la parcela fue de 126 m²/tratamiento con 36 plantas/tratamientos. El área útil/tratamiento fue 56 m² con 14 plantas/area útil. El area total fue de 3,888 m², equivalente a 0.3888 ha (6.18 tareas).

Se aplicaron 1, 2.0 y 3.0 lb/planta de Lombricompost en dos fracciones. La primera aplicación se realizó durante el mes de abril, correspondiendo a la mitad de la dosis y la segunda aplicación se realizó en agosto. Las cantidades aplicadas de lombricompost se pueden observar en el acápite 2.3.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Rendimiento

De acuerdo con el análisis de varianza (Anexo 1) se encontró diferencias altamente significativa entre los tratamientos en la variable rendimiento (kg/ha) café uva. Los resultados obtenidos indican una respuesta altamente significativa a la aplicación de fertilizante orgánico.

Las diferencias indican que el tratamiento 9 (Tukey al 0.05) con un rendimiento promedio de 5,077.83 Kg/ha superó significativamente a los tratamientos 1, 2, 3 y 4 cuyos rendimientos promedios fueron 3,766.87, 4,424.42, 4,495.42, y 4,581.54 kg/ha, respectivamente. Los tratamientos 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8, superaron estadísticamente al testigo absoluto (Tabla 1).

Estos resultados coinciden con los reportados por Carvajal (1984), quien afirma que una producción alta de café por unidad de superficie, solamente puede ser alcanzada mediante una contribución de varios factores, entre ellos una fertilización adecuada e intensiva. También con los datos de López y Girón (1992) obtenidos en Honduras quienes encontraron diferencia entre la aplicación de abono y la no aplicación de este.

Tabla 1. Comparación de medias de los tratamientos en el estudio efectos de la aplicación de lombricompost en el cultivo del café sobre el ingreso de los caficultores.

Tratamientos	Medias (kg/ha de café uva)	
9	5,077.83	AB
7	4,979.59	AB
8	4,977.23	AB
6	4,816.41	ABC
5	4,653.35	ABC
4	4,581.54	BC
3	4,495.42	C
2	4,424.42	C
1	3,766.87	D

Nivel de significancia = 0.05, Turkey = 433.24.

3.2 Rentabilidad

La Tabla 2 presenta los datos de rendimientos, beneficio bruto, costo variable y beneficio neto incurrido en cada uno de los tratamientos del estudio.

Tabla 2. Rendimiento, beneficio bruto, costo variable y beneficio neto/ tratamiento del estudio efecto de la aplicación de la aplicación de lombricompost sobre el rendimiento del café (*Coffea arabica*).

Tratamientos	Rendimientos Kg/ha café uva	Beneficio bruto RD\$/ha	Costo variable RD\$/ha	Beneficio neto RD\$/ha
1	3,766.87	32,131.40	7,533.74	24,597.66
2	4,424.42	37,607.57	10,468.31	27,139.26
3	4,495.42	38,211.07	12,729.78	25,481.29
4	4,581.54	38,943.09	12,362.19	26,580.09
5	4,653.35	39,553.48	15,954.93	23,598.55
6	4,816.41	40,939.48	16,281.05	24,658.43
7	4,979.59	42,326.52	16,330.86	25,995.66
8	4,977.23	42,306.46	19,511.98	22,796.48
9	5,077.82	43,161.47	26,146.21	17,152.60

De acuerdo con los resultados mostrados en la tabla 3, el tratamiento 2 (testigo relativo) tuvo una tasa marginal de retorno económico de 86.62% con relación al tratamiento 1 (testigo absoluto). Estos resultados indican que en las condiciones de suelo de Solimán, la alternativa de fertilización más rentable es la aplicación 2 libras de compost/planta en dos aplicaciones/año.

Tabla 3. Análisis marginal de retorno económico .

Tratamientos	Beneficio neto RD\$/ha	Costo variable RD\$/ha	Tasa marginal de retorno %
2	27,139.26	10,468.31	86.62
1	24,597.66	7,533.76	

4. CONCLUSIÓN

La aplicación de fertilizante aumenta considerablemente los rendimientos en las condiciones de suelo de Solimán, con nivel de 5,077.82 kg/ha.

La rentabilidad puede ser mejorada si el caficultor produce directamente el fertilizante ya que éstos son muy costosos. La tasa marginal de retorno económico con el mejor tratamiento fue de 86.62 %.

5. REFERENCIAS

- Carvajal. 1984. Cultivo y fertilización. 2º edición. Instituto Interamericano de la Potasa. Berna/Suiza, CH.354 p.
- Consejo Dominicano del Café (CODOCAFE), DO. 2001. Boletín Estadístico No. 1V. Santo Domingo, DO. 41 p.
- Davis, G; Oseguera, F; Herrera, J. 1989. Evaluación de fertilizantes orgánicos e inorgánicos en la producción del café. In XII simposio sobre caficultura latinoamericana. San Pedro Sula, HN. 435 p.
- Harrington, L. 1982. Ejercicios sobre el análisis económico de datos agronómicos. Documento de trabajo. Centro internacional de maíz y trigo. México, MX. 79 p.
- López, E. y Girón, T. 1984. La gallinaza como alternativa de fertilización del café. En Investigaciones y descubrimiento sobre el café. Guatemala, GT. 354 p.
- Ramírez, J, E 1999. Fisiología, nutrición y manejo agronómico del cafeto. En: II Seminario Caficultura Dominicana, Santo Domingo DO, 23 p.
- Sallée, B. 1999. Montpellier Francia. Cafés especiales: ¿Qué son?. In III Seminario de la Caficultura Dominicana. G-CAFÉ. Santo Domingo, DO. p 1-13
- Secretaría de Estado de Agricultura (SEA). 1985. Característica de los suelos de República Dominicana. Subsecretaría de Recursos Naturales. Departamento de inventario y ordenamiento de los Recursos Naturales. Proyecto MARENA. Santo Domingo, DO. 59 p.
- Secretariado Técnico de la Presidencia (STP). 2001. Estudio de factibilidad del proyecto de producción y promoción de cafés especiales. Tomo 2: Diagnósticos del sector café en la República Dominicana. Potencial de Producción de Cafés Especiales. Santo Domingo, DO. 158 p.
- Vargas, JC. 1993. La Caficultora Dominicana. Estudio de la región central. CEPAE. Santo Domingo, DO. 92 p.





***Instituto Dominicano de Investigaciones
Agropecuarias y Forestales***

Calle Rafael Augusto Sánchez No. 89

Ensanche Evaristo Morales

Santo Domingo, República Dominicana

Tels.: 809-567-8999 / 809-683-2240

Fax: 809-567-9199

E-mail: idiaf@idiaf.gov.do

