



BIONUTRICIÓN: UN NUEVO DESAFÍO EN LA PRODUCCIÓN DE CAFÉ

Ángela María Castro Toro*

Cesar Alberto Serna Giraldo***

Carlos Alberto Rivillas Osorio**

* Bacterióloga, M.Sc en Fitopatología. Organización de Industrias Unidas S.A. - Orius Biotecnología. Villavicencio. Meta., Colombia. angecast28@gmail.com. gerencia@orius.com.co. *** Investigador Científico I. Economía. Centro Nacional de Investigaciones de Café. Cenicafe. Cesar.Serna@cafedecolombia.com. ** Investigador Científico III. Fitopatología. Centro Nacional de Investigaciones de Café. Cenicafe. Chinchiná, Caldas, Colombia. Carlos.rivillas@cafedecolombia.com

INTRODUCCIÓN

En el cultivo de café, la nutrición de las plantas es uno de los aspectos más importantes, actividad agronómica que debe realizarse en el momento oportuno y con los nutrimentos requeridos para obtener plantas con buen crecimiento y desarrollo, sanas y productivas. La Bionutrición consiste en el uso de ciertos microorganismos capaces de incrementar la disponibilidad de nutrientes para las plantas, producir compuestos como vitaminas, hormonas y antibióticos que contribuyen a la sanidad vegetal y a la obtención de altos rendimientos. Dada la importancia de estas bacterias y en desarrollo de un convenio suscrito entre la Federación de Cafeteros-Cenicafe y la empresa Orius Biotecnología, se realizó un estudio en dos ciclos productivos de café con el propósito de evaluar el producto biotecnológico comercial Bacthon® en la bionutrición de plantas de café.

MATERIALES Y MÉTODOS

En la Estación Central Naranjal de Cenicafe situada a 1350 m de altitud se llevó a cabo el experimento con el fin de evaluar la bionutrición de plantas de café de la Variedad Colombia en dos ciclos productivos (Plantilla y Zoca). Las plantas se sembraron a una distancia de siembra de 1.0 x 1.5 m, a plena exposición solar. La fertilización de las plantas de café, se realizó con intervalos de cuatro meses (tres veces/año) en los meses de marzo, julio y noviembre. El primer ciclo productivo correspondió a las plantas que fueron sembradas en el campo en diciembre de 2001 (Diciembre de 2001 a Diciembre de 2006). En el mes de marzo de 2007, se realizó la renovación de las plantas por el sistema de zoca y se evaluó el segundo ciclo productivo (Marzo de 2007 a Diciembre de 2012).

La fertilización mineral se hizo con base a las recomendaciones dadas por los análisis de suelos (fertilización mineral con tres fuentes simples de fertilizantes correspondientes a Urea, DAP y KCI). Se incorporó el producto biotecnológico (Bacthon®), cuyos ingredientes activos son: *Azospirillum brasilense*, *Azotobacter chroococcum*, *Lactobacillus acidophilus* y *Saccharomyces cerevisiae*.

Los tratamientos se conformaron en cuatro grupos, dispuestos de la siguiente manera:

- Grupo 1: Nutrición mineral: Dosis desde 1600 kg ha⁻¹ año⁻¹ hasta 400 kg ha⁻¹ año⁻¹
Testigo absoluto: Plantas sin fertilizar
- Grupo 2: Nutrición mineral + insumo biotecnológico: Dosis desde 800 kg ha⁻¹ año⁻¹ hasta 266 kg ha⁻¹ año⁻¹ + insumo biotecnológico (1.5 l ha⁻¹ año⁻¹)
Testigo absoluto: Plantas sin fertilizar
- Grupo 3: Nutrición mineral + insumo biotecnológico: Dosis desde 400 kg ha⁻¹ año⁻¹ hasta 133 kg ha⁻¹ año⁻¹ + insumo biotecnológico (3.0 l ha⁻¹ año⁻¹)
Testigo absoluto: Plantas sin fertilizar
- Grupo 4: Nutrición biológica (4.5 l ha⁻¹ año⁻¹)
Testigo absoluto: Plantas sin fertilizar

Con relación a las condiciones climáticas registradas durante el experimento, en la etapa de plantilla, la lluvia, el brillo solar y la temperatura fueron óptimas para el crecimiento, desarrollo y producción de plantas de café, mientras que en la etapa de zoca, estas condiciones fueron diferentes y muy adversas para la producción de este cultivo.

ANÁLISIS ECONÓMICO

Se realizó una estimación de los datos a hectárea con base en una densidad de siembra de 6.667 plantas ha^{-1} . Para los costos de mano de obra (jornal) y costos de insumos o actividades (recolección, beneficio) se tomó como base los trabajos de investigación de Cenicafé, registros de la Federación Nacional de Cafeteros, y la consulta a investigadores de este Centro especializados en cada área. Se tomó como base el valor del salario mínimo mensual legal vigente y precios comerciales, para los cálculos correspondientes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

I. CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE LAS PLANTAS (Plantilla y Zoca)

En la Tabla 1, se comparan los crecimientos de las plantas en la condición de plantilla con la aplicación de la dosis más alta del fertilizante mineral que correspondió a 1600 $\text{kg ha}^{-1} \text{año}^{-1}$ (639 $\text{kg ha}^{-1} \text{año}^{-1}$ de Urea, 321 $\text{kg ha}^{-1} \text{año}^{-1}$ de DAP y 639 $\text{kg ha}^{-1} \text{año}^{-1}$ de KCl), el tratamiento que tuvo la reducción del 50% del fertilizante mineral + el insumo biotecnológico [800 $\text{kg ha}^{-1} \text{año}^{-1}$ (321 $\text{kg ha}^{-1} \text{año}^{-1}$ de Urea, 159 $\text{kg ha}^{-1} \text{año}^{-1}$ de DAP y 321 $\text{kg ha}^{-1} \text{año}^{-1}$ de KCl)] + 1.5 $\text{l ha}^{-1} \text{año}^{-1}$ de Bacthon® y las plantas testigo. En la condición de zoca, se presenta la dosis más alta del fertilizante mineral (1600 $\text{kg ha}^{-1} \text{año}^{-1}$), el tratamiento con la reducción del fertilizante mineral al 75% + el insumo biotecnológico [534 $\text{kg ha}^{-1} \text{año}^{-1}$ (214 $\text{kg ha}^{-1} \text{año}^{-1}$ de Urea, 106 $\text{kg ha}^{-1} \text{año}^{-1}$ de DAP y 214 $\text{kg ha}^{-1} \text{año}^{-1}$ de KCl)] + 1.5 $\text{l ha}^{-1} \text{año}^{-1}$ de Bacthon® y el testigo absoluto. Estos resultados tienen un gran impacto económico y biológico, ya que, a pesar de reducir el fertilizante mineral en el 50% (plantilla) y 75% (zoca), las plantas continuaron con un adecuado crecimiento y desarrollo en comparación con las que recibieron la dosis más alta del fertilizante mineral. Parra y Cuevas (2001), mencionan que el efecto de la inoculación de *Azospirillum* sobre el incremento del rendimiento en experimentos de campo, generalmente oscila entre el 10 y 30%. No obstante, se considera que incrementos moderados en el rendimiento (hasta el 20%) son comercialmente valiosos en la agricultura moderna si se obtienen consistentemente. Chaman et al (2013), mencionan la gran afinidad y especificidad que tiene *Azospirillum* por las raíces de muchos cultivos, estableciendo asociaciones simbióticas, que incluyen una gran variedad de mecanismos, incluyendo efectos directos sobre la toma de nutrientes (fijación de nitrógeno, movilización de fósforo, quelación del hierro) y sobre el crecimiento de las raíces a través de la producción de fitohormonas (auxinas, giberelinas y citoquininas).

Tabla 1. Variables de crecimiento y desarrollo de plantas de café al final de los dos ciclos productivos.

CICLO PRODUCTIVO	DOSIS				ALTURA (cm)	CRUCES (Nº)	RAMAS (Nº)	HOJAS (Nº)
	UREA	DAP	KCl	Biológico				
	kg ha ⁻¹ año ⁻¹			l ha ⁻¹ año ⁻¹				
Primer ciclo (Plantilla)	639	321	639	-	255.6 a	52.0 a	85.7 a	1768 a
	320	160	320	1.5	250.8 a	52.0 a	86.9 a	2038 a
	Testigo absoluto				207.2 b	44.8 b	74.0 b	1364 b
Segundo ciclo (Zoca)	639	321	639	-	204.6 a	50.5 a	41.0 a	1922.2 a
	214	106	214	1.5	199.8 a	52.1 a	50.0 a	1996.8 a
	Testigo absoluto				169.6 b	44.9 b	43.7 a	1261.7 b

Letras iguales comparan igualdad estadística según Tukey al 5%

II. PRESENCIA DEL HONGO *Cercospora coffeicola* (Plantilla y Zoca)

En las Figuras 1 y 2, se ilustra el comportamiento a través del tiempo del hongo *C. coffeicola* en los frutos de café en los dos ciclos productivos. Con la reducción del fertilizante mineral al 50% y 75% + la aplicación del insumo biotecnológico en la condición de plantilla y zoca, respectivamente, las plantas presentaron los niveles más bajos de la enfermedad. Este resultado significa que se puede reducir la fertilización mineral en presencia de las rizobacterias introducidas, permitiéndole a las plantas en las condiciones experimentales de este estudio, ver reducidos los niveles de Mancha de Hierro, ser vigorosas y productivas. De este modo se demuestra que las plantas de café por el efecto de la adición de los microorganismos respondieron de manera favorable a la disminución de la nutrición mineral y que la demostrada relación entre la reducción de la nutrición de plantas de café y

el aumento en el ataque de *C. coffeicola* no se cumplió en este estudio (Fernández *et al.*, 1966). Este es un resultado trascendental desde el punto de vista de la nutrición de las plantas de café y de la calidad y conservación del suelo cafetero, ya que, al aplicar una menor cantidad de fertilizantes minerales se pierde y se degrada menos este recurso, se mejora la condición biológica del suelo por el repoblamiento con una microbiota benéfica y más activa que contribuye a la sanidad y desarrollo de las plantas, se disminuyen los costos de producción de café por esta labor y se inserta la producción de café con el uso de tecnologías de impacto social, ambiental y económico que le permitirá a este cultivo ser más sostenible.

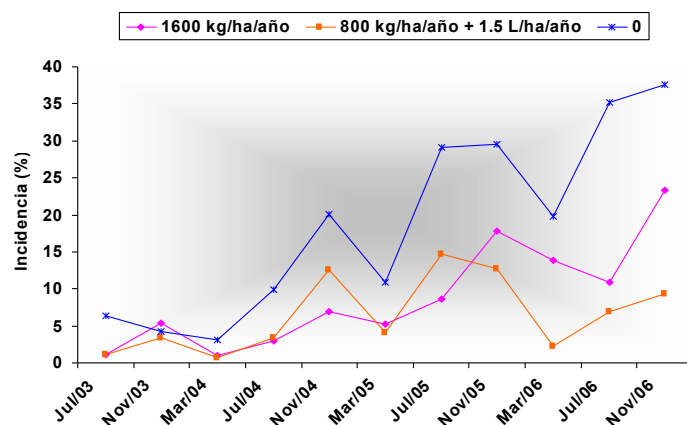


Figura 1. Presencia de Mancha de Hierro en los frutos, en el primer ciclo productivo, comparando las dosis de $1600 \text{ kg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ del fertilizante mineral, $800 \text{ kg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ del fertilizante mineral + $1.5 \text{ l ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ y el testigo absoluto.

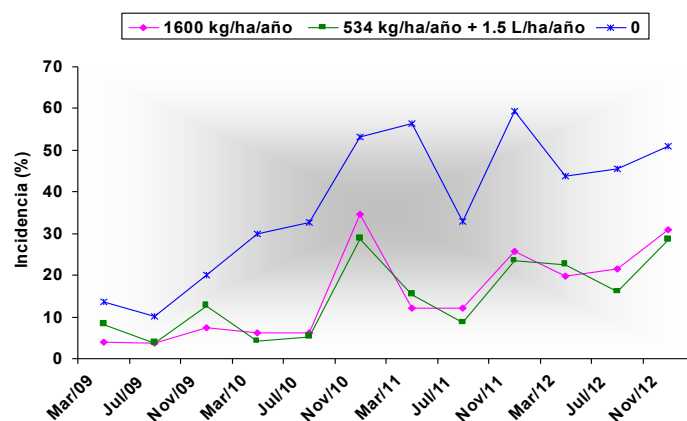


Figura 2 Presencia de Mancha de Hierro en los frutos, en el segundo ciclo productivo, comparando las dosis de $1600 \text{ kg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ del fertilizante mineral, $534 \text{ kg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ del fertilizante mineral + $1.5 \text{ l ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ y el testigo absoluto.

III. PRODUCCIÓN (Plantilla y Zoca)

En la Tabla 2, se presenta la producción promedio de café cereza/12 árboles, recolectada en cada uno de los dos ciclos productivos. Las plantas a las que se les redujo en el primer ciclo productivo (plantilla) la dosis del fertilizante mineral al 50% y que tuvieron la aplicación del insumo biotecnológico, y que en el segundo ciclo productivo (zoca) permitieron una reducción del 75% en la nutrición mineral con la adición del insumo biotecnológico fueron las que mostraron continuo crecimiento y desarrollo, la más baja incidencia y severidad de Mancha de Hierro y las que, en concordancia con las variables anteriores, presentaron la más alta producción de café.

Tabla 2. Producción promedia de café cereza/parcela (12 árboles), en los dos ciclos productivos.

CICLO PRODUCTIVO	DOSIS				PRODUCCIÓN PROMEDIA DE CAFÉ CEREZA (kg)/PARCELA				
	UREA	DAP	KCI	Biol	AÑO				
	kg ha ⁻¹ año ⁻¹			l ha ⁻¹ año ⁻¹	2003	2004	2005	2006	Acumulado
Primer Ciclo (Plantilla)	639	321	639	-	8.990 a	45.580 a	44.090 a	43.628 a	142.288 a
	320	160	320	1.5	15.0 a	51.080 a	48.760 a	49.710 a	164.550 a
	Testigo absoluto				11.840 a	38.090 a	25.080 b	25.638 b	100.650 a
Segundo Ciclo (Zoca)					2009	2010	2011	2012	Acumulado
	639	321	639	-	11.251 a	16.672 a	14.998 a	14.512 a	57.434 a
	214	106	214	1.5	16.007 a	22.456 a	23.864 b	21.396 b	83.723 a
	Testigo absoluto				8.856 a	16.764 a	11.746 a	10.402 a	47.769 a

Letras iguales comparan igualdad estadística según Tukey al 5%

ANÁLISIS ECONÓMICO

La información que se presenta sólo corresponde a la rentabilidad financiera como parte de la sostenibilidad. Las otras dimensiones de ésta como son la ambiental y la social, derivada del uso de esta tecnología se pueden valorar con base en el menor impacto negativo por la reducción en el uso de los fertilizantes minerales. Efectos positivos deben esperarse por el incremento de la flora benéfica, por la calidad del aire y del agua al rebajar su contaminación por el uso de los fertilizantes minerales y por el aumento en general en la calidad de vida del caficultor y la comunidad rural en general, al disminuir los riesgos inherentes a la contaminación ambiental.