

ACUMULACIÓN DE NITRÓGENO, FÓSFORO Y POTASIO EN LOS FRUTOS DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.)

Siavosh Sadeghian Khalajabadi*; Beatriz Mejía Muñoz*; Hernán González Osorio*

RESUMEN

SADEGHIAN K., S.; MEJÍA M., B.; GONZÁLEZ O., HERNÁN. Acumulación de nitrógeno, fósforo y potasio en los frutos de café (*Coffea arabica* L.). Revista Cenicafé 63 (1): 7-18. 2012

En los estudios de la nutrición vegetal reviste importancia la extracción de nutrientes por la planta en cada una de sus etapas de desarrollo. Durante los meses de abril y noviembre de 2010 se evaluó la acumulación de nitrógeno-N, fósforo-P y potasio-K en los frutos de café (*Coffea arabica* L.) Variedad Castillo® en las Estaciones Experimentales de Cenicafé: Naranjal (Chinchiná, Caldas), El Rosario (Venecia, Antioquia), Líbano (Líbano, Tolima) y Pueblo Bello (Pueblo Bello, Cesar). En cada sitio se identificó el día pico de la floración y, a partir de éste se tomaron mensualmente muestras de frutos y hojas en las ramas productivas de 100 plantas, para luego analizar su composición química. El crecimiento de los frutos presentó variaciones entre localidades, siendo un patrón común el modelo sigmoidal doble. Durante el período del desarrollo de los frutos los contenidos de P fueron menores a los de N y K (11,5 y 14,0 veces, respectivamente), y los de K más altos que los de N, especialmente a partir de 90 ó 120 días después del día pico de la floración-DDPF. La cantidad acumulada de nutrientes en los frutos varió entre sitios. En promedio, durante los primeros 60 a 90 DDPF se acumuló el 13%, entre los 60 y 180 días el 62% y en los últimos 2 meses previos a la cosecha el 25%. Las concentraciones de N y P en las hojas presentaron variaciones a través de tiempo, sin que hubiera una relación con respecto al crecimiento de los frutos; en contraste, el K tendió a reducirse.

Palabras clave: Variedad Castillo®, re-movilización de nutrientes, peso del fruto, curva de crecimiento.

ABSTRACT

Nutrient extraction in each plant development stage is important in plant nutrition studies. The accumulation of nitrogen-N, phosphorus-P, and potassium-K was evaluated during the months of April and November 2010 in the fruits of coffee (*Coffea arabica* L.) Castillo® Variety in the Experimental Stations of Cenicafé: Naranjal (Chinchiná Caldas), El Rosario (Venecia, Antioquia), Líbano (Líbano, Tolima) and Pueblo Bello (Pueblo Bello, Cesar). In each Station, the full bloom day was identified and, having that as a reference, monthly samples of fruits and leaves in the productive branches of 100 plants were taken to subsequently analyze their chemical composition. The fruit growth rates varied among sites and showed a double sigmoid model as a common pattern. During the period of fruit development, P contents were lower than those of N and K (11.5 and 14.0 times, respectively), and K contents were higher than those of N, especially after 90 or 120 days after full bloom-DAFB. The amount of nutrients accumulated in fruits varied among sites. On average, during the first 60 to 90 DAFB 13% of nutrients was accumulated, between 60 and 180 days it was 62%, and in the last 2 months prior to harvest it was 25%. Concentrations of N and P in the leaves showed variations through time, with no relationship to fruit growth. In contrast, K tended to decrease.

Keywords: Castillo® Variety, remobilization of nutrients, fruit weight, growth curve.

* Investigador Científico II, Asistente de Investigación e Investigador Científico I, respectivamente, Disciplina de Suelos. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé. Manizales, Caldas, Colombia.

Uno de los aspectos importantes en los estudios de la nutrición vegetal se relaciona con la extracción de nutrientes por la planta durante las diferentes etapas del desarrollo del cultivo. Esta información, junto con los resultados sobre la respuesta a la fertilización, permite ajustar los planes de manejo y reducir los riesgos económicos y ambientales.

De acuerdo con Riaño *et al.* (11), en plantas de café variedad Colombia la acumulación de los nutrientes durante la primera etapa de crecimiento vegetativo es lenta, pero luego se incrementa, hasta alcanzar los siguientes valores 2.000 días después de la siembra: Nitrógeno–N 547 kg.ha⁻¹, fósforo–P 51 kg.ha⁻¹, potasio–K 508 kg.ha⁻¹, calcio–Ca 234 kg.ha⁻¹ y magnesio–Mg entre 59 y 117 kg.ha⁻¹.

Parte de las cantidades mencionadas está contenida en los frutos y, por lo tanto, es la que se remueve del lote; el resto retorna al suelo en forma de hojas, ramas, raíces y flores a través de tiempo. Sadeghian *et al.* (12) encontraron que la concentración de nutrientes en los frutos de café en madurez de cosecha puede presentar ligeras variaciones entre sitios; en promedio la cantidad de macronutrientes removidos por 1.000 kg de café almendra, equivalentes a 1.250 kg de café pergamino seco (100 arrobas) representa: 30,9 kg de N, 2,3 kg de P, 36,9 kg de K, 4,3 kg de Ca, 2,3 kg de Mg y 1,2 kg de S. La exportación de los micronutrientes corresponde a: 107 g de hierro–Fe, 61 g de manganeso–Mn, 50 g de boro–B, 33 g de cobre–Cu y 18 g de cinc–Zn.

La demanda de nutrientes por las plantas de café no varía en virtud de la producción (4, 11); esto se debe al hecho que ante una baja fructificación, el crecimiento de las ramas plagiotrópicas y la formación de nuevas hojas y ramas reemplazan a los frutos como vertedero de carbohidratos y nutrientes (8).

Una fracción considerable de los nutrientes acumulados en el fruto proviene de las reservas contenidas en las hojas más próximas a ellos, sin descartar los aportes del suelo y de la re–movilización de los nutrientes desde otras partes de la planta (15). La caída de las hojas durante el proceso de la maduración de la cosecha, se debe principalmente a la gran movilización de los nutrientes hacia los frutos, fenómeno que reduce su concentración en el tejido foliar. Por esta razón, en muchas ocasiones durante los años de alta producción ocurre una mayor caída de las hojas, disminuyendo así la cosecha en el siguiente ciclo (3); fenómeno conocido como bienalidad.

Como es de esperarse, a medida que crecen los frutos, extraen y acumulan más nutrientes en su biomasa. De acuerdo con Salazar *et al.* (13), el crecimiento de los frutos de café variedad Colombia presenta una curva de tipo sigmoideal con tres períodos, una etapa logarítmica desde la floración hasta los 60 días, otra exponencial hasta los 180 días y, finalmente, una de estabilización, hasta llegar a la madurez completa a los 240 días. Según Laviola *et al.* (6) y Ramírez *et al.* (10), la formación del fruto de café se ajusta a un modelo sigmoideal doble, el cual, de acuerdo con Cannel (1971) y Rena *et al.* (2001), citados por Laviola *et al.* (6), comprende cinco estados: “garrapata”, expansión rápida, crecimiento suspendido, llenado y maduración.

Las curvas de acumulación de los nutrientes por los frutos de café han sido empleadas para sugerir épocas de fertilización (5, 6, 10); a veces sin considerar la demanda que tienen las plantas antes de iniciar la fructificación, por ejemplo, para la formación de nudos y flores. En razón de ello, Malavolta *et al.* (8) sugieren iniciar la fertilización en épocas previas a la floración.

El objetivo de este trabajo fue determinar la acumulación de N, P y K durante el desarrollo de los frutos de café y las variaciones de sus concentraciones en las hojas.

MATERIALES Y MÉTODOS

La fase de campo de la investigación se llevó a cabo entre los meses de abril y noviembre de 2010, en las siguientes Estaciones Experimentales del Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé: Naranjal (Chinchiná, Caldas), El Rosario (Venecia, Antioquia), Líbano (Líbano, Tolima) y Pueblo Bello (Pueblo Bello, Cesar). En cada sitio se seleccionó un lote de café Variedad Castillo® en buen estado fitosanitario, sembrado o renovado por zoca entre los años 2006 y 2007 (segundo o tercer año de cosecha) con densidades entre 5.000 y 10.000 plantas por hectárea. En Pueblo Bello, la plantación se encontraba bajo sombrero regulado, en tanto que las demás plantaciones estaban a plena exposición solar. Se tomaron muestras de suelo (Tabla 1) y se registró la precipitación desde el inicio de floraciones hasta el final de la cosecha (Tabla 2). El suministro de nutrientes se realizó en dos ocasiones, durante los meses de marzo-abril

y septiembre-octubre (Tabla 3), basado en los análisis de suelos realizados previos a la inicio del trabajo.

En cada localidad se identificó el día pico de la floración y, a partir de esta fecha, se tomaron mensualmente muestras de frutos y de hojas en las ramas productivas de 100 plantas, que se seleccionaron de manera aleatoria al iniciar la investigación. El número de frutos recolectados por planta varió en cada muestreo, así: 40 en el primero, 20 en el segundo, 10 en el tercero y 4 entre cuarto y octavo muestreos. En cada oportunidad se determinó el peso individual de 50 frutos y el contenido de humedad a 105°C. Tanto los frutos como las hojas (tercero o cuarto par, contadas a partir del ápice) se secaron durante 48 y 120 horas, respectivamente, en estufa a 70°C y se analizaron sus concentraciones de N, P y K, de acuerdo con la metodología descrita por Carrillo *et al.* (2).

Con base en el peso seco y la concentración de N, P y K en los frutos se calculó la extracción y la acumulación relativa de estos nutrientes en cada una de las épocas de muestreo.

Tabla 1. Propiedades de los suelos en los lotes experimentales, evaluadas en agosto de 2010.

	Estación Experimental			
	Naranjal	Líbano	El Rosario	Pueblo Bello
pH	4,90	5,00	4,40	4,40
Materia orgánica (%)	14,9	18,50	12,10	9,70
K (cmol ₍₊₎ .kg ⁻¹)	0,23	0,41	0,75	0,45
Ca (cmol ₍₊₎ .kg ⁻¹)	2,62	1,30	0,40	2,21
Mg (cmol ₍₊₎ .kg ⁻¹)	0,66	0,39	0,44	0,59
Al (cmol ₍₊₎ .kg ⁻¹)	1,00	1,80	6,60	2,50
P (mg.kg ⁻¹)	6,00	6,00	46,00	11,00
S (mg.kg ⁻¹)	18,00	4,00	8,00	44,00
Textura	Franca	Franca	Arcillosa	Arcillosa

Para explicar el crecimiento de los frutos en función del tiempo se utilizaron los modelos de regresión no-lineares

sigmoidales con tres y cuatro parámetros, de acuerdo a lo sugerido por Laviola *et al.* (5) (Ecuación <1>)

$$\hat{y} = \frac{a}{1 + \exp\left(-\left(\frac{x - x_0}{b}\right)\right)}, \quad \hat{y} = y_0 + \frac{a}{1 + \exp\left(-\left(\frac{x - x_0}{b}\right)\right)} \quad \text{Ecuación <<1>>}$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Precipitación. El año 2010 se caracterizó por altas precipitaciones (Tabla 2), especialmente durante el período del crecimiento y desarrollo de los frutos –marzo a noviembre de 2010– y, en razón de ello, la falta de humedad no fue un limitante. Para estos 8 meses se registraron las siguientes cantidades de lluvia: Líbano 2.308 mm, Pueblo Bello 2.705 mm, Naranjal 3.203 mm y El Rosario 3.356 mm.

Contenido de humedad en el fruto. El valor más bajo del contenido de la humedad en los frutos frescos se detectó a los 210 días después del día pico de la floración (DDPF) en Naranjal (65,3%), y el más alto a los 60 DDPF en Pueblo Bello (87,9%) (Figura

1). En todas las localidades, 30 DDPF los frutos contenían en promedio 78,1% de humedad; valor que se incrementó hasta 86,1% a los 60 días, para luego comenzar a descender, hasta alcanzar promedios entre 67,1% y 71,5% un mes antes de la cosecha. Aunque el rango detectado se acerca a los reportados por Salazar *et al.* (13) para variedad Colombia en la Estación Central Naranjal (entre 68,2% y 84,3%), el comportamiento de las variaciones difiere, pues de acuerdo a lo hallado por estos autores la humedad de los frutos aumenta gradualmente hasta los 120 días, en tanto que después tiende a disminuir. En promedio, Naranjal presentó los porcentajes más bajos (74,6%), seguido por Líbano (76,8%), Pueblo Bello (77,8%) y El Rosario (78%), siendo las tendencias en las cuatro localidades similares.

Tabla 2. Precipitación mensual entre marzo y noviembre de 2010, en las estaciones experimentales de Cenicafé.

Estación	Mes									
	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N
Naranjal	125	181	202	391	321	538	311	380	311	443
Líbano	60	72	192	342	311	376	155	260	253	287
Pueblo Bello	125	160	249	349	415	236	427	331	200	213
El Rosario	73	172	197	264	517	324	442	534	264	569

Tabla 3. Nutrientes suministrados durante el año 2010* en los lotes experimentales.

Estación	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
	(kg.ha-año ⁻¹)			
Naranjal	280	60	260	0
Líbano	240	40	180	12
Pueblo Bello	120	40	130	15
El Rosario	260	20	180	12

* Marzo y septiembre en El Rosario y Líbano y, abril y septiembre en Naranjal y Pueblo Bello.

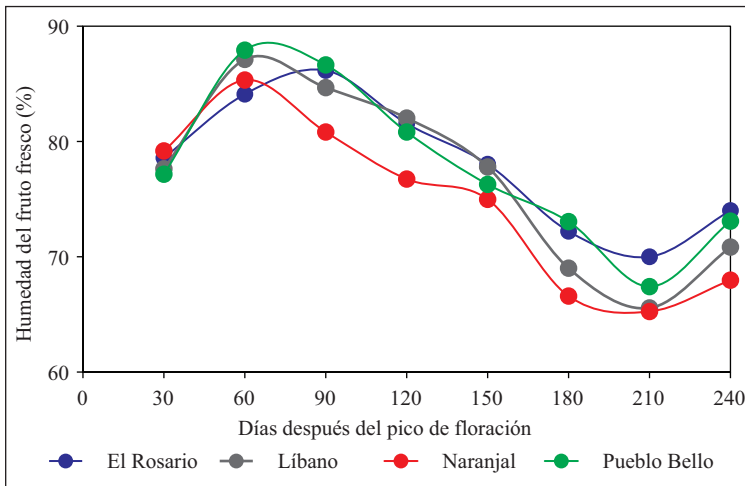


Figura 1. Contenido de humedad en el fruto de café en función del tiempo transcurrido después del día pico de la floración en cuatro Estaciones Experimentales de Cenicafé.

Crecimiento del fruto. El crecimiento de los frutos, expresado en términos de peso fresco, presentó algunas variaciones entre las localidades (Figura 2). En Naranjal y Pueblo Bello fue lento hasta los 60 DDPF, entre esta fecha y los siguientes 30 días tuvo un incremento considerable, de los 90 a los 210 días se mantuvo relativamente constante, para terminar en el último mes con un aumento leve.

En El Rosario la fase de crecimiento lento se prolongó hasta los 90 días, en el siguiente mes se presentó un crecimiento más acelerado y, a partir de este momento y hasta el último día exhibió un aumento progresivo.

El comportamiento registrado en Líbano fue similar al de El Rosario, con la diferencia que en esta localidad el crecimiento inicial fue más sostenido hasta los 90 DDPF.

Los cambios en la biomasa de los frutos en función del tiempo se ajustaron al modelo sigmoideal doble, como también lo evidencian Ramírez *et al.* (10) y Laviola *et al.* (6); en este sentido, la diferencia entre los parámetros

de las ecuaciones obtenidas corroboran que el patrón de las curvas varió según la localidad (Tabla 4).

En el momento de la cosecha, es decir 240 DDPF, se presentaron los siguientes valores para el peso fresco y seco de los frutos, respectivamente: El Rosario 2,659 y 0,691 g, Líbano 2,282 y 0,665 g, Naranjal 1,910 y 0,612 g, y Pueblo Bello 1,829 y 0,492 g. Las anteriores diferencias pueden asociarse tanto al ambiente (suelo y clima) y manejo (principalmente sombrero y fertilización), como al material genético (las líneas que componen la variedad regional); en este sentido, cabe resaltar que el tamaño del grano constituye uno de los componentes de la productividad. En promedio, el peso fresco de los frutos durante las ocho oportunidades de evaluación presentó un coeficiente de variación entre 8% y 9%.

Los valores hallados para el peso seco fueron mayores a los reportados por Laviola *et al.* (6), Ramírez *et al.* (10) y Salazar *et al.* (13), observados para variedades Caturra y Colombia. Aunque parte de lo anterior

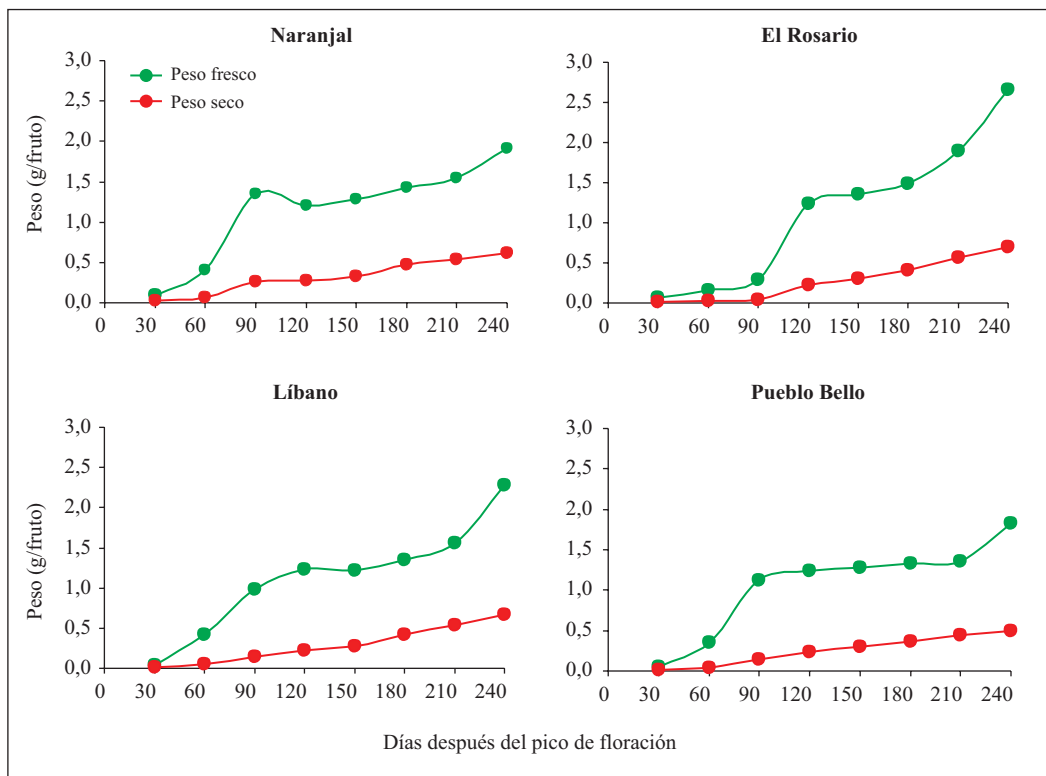


Figura 2. Peso fresco y seco de un fruto de café en función de tiempo transcurrido después del día pico de la floración en cuatro Estaciones Experimentales de Cenicafé.

Tabla 4. Ecuaciones de regresión del peso fresco del fruto de café en función del tiempo transcurrido después del día pico de la floración en cuatro Estaciones Experimentales de Cenicafé.

Estación	Período (DDPF)	Modelo	R ² (%)
Naranjal	30 a 150	$y=1,280/(1+\exp(-(x-60,990)/1,310))$	98,4
	120 a 240	$y=1,129+269,900/(1+\exp(-(x-563,300)/55,230))$	99,3
Libano	30 a 150	$y=1,237/(1+\exp(-(x-70,126)/14,146))$	99,8
	120 a 240	$y=1,204+121,900/(1+\exp(-(x-370,100)/27,550))$	99,9
Pueblo Bello	30 a 150	$y=1,265/(1+\exp(-(x-60,990)/10,313))$	99,9
	120 a 240	$y=1,270+206,800/(1+\exp(-(x-345,90)/17,91))$	98,5
El Rosario	30 a 150	$y=1,379/(1+\exp(-(x-101,084)/9,068))$	98,4
	120 a 240	$y=1,209+5,573/(1+\exp(-(x-274,049)/32,596))$	99,9

puede relacionarse con la influencia del ambiente, tiene un peso considerable el componente genético, dado que una de las estrategias para incrementar la productividad en la Variedad Castillo® en los programas del mejoramiento genético ha sido la ganancia en el peso del grano (1).

Concentración de nutrientes en los frutos.

Conforme avanzó el crecimiento del fruto a través de tiempo, disminuyeron las concentraciones de N, P y K en este órgano (Figura 3), comportamiento que se asoció al efecto de la dilución de los elementos, en respuesta al desarrollo del fruto, como lo confirman Chaves y Sarruge (3) y Souza *et al.* (14).

En promedio, para las cuatro localidades, la concentración de N pasó de 3,28% al 1,41%, el P de 0,36% al 0,12% y K de 2,61% al 1,88%. Para el N y P las mayores reducciones tuvieron lugar durante los primeros 150 DDPF, en tanto que para el K ocurrieron a los 210 DDPF (63%). Las diferencias más marcadas entre las localidades fueron detectadas durante los primeros 90 DDPF, caracterizándose El Rosario y Pueblo Bello por sus mayores valores en los tres elementos objeto de estudio. Parte de las anteriores diferencias se relacionan con la fertilidad del suelo; por ejemplo, las concentraciones más bajas de K y P en Naranjal estarían asociadas con sus tenores en el suelo (Tabla 1). Por último, cabe resaltar que al momento de la cosecha (240 DDPF) el K fue el elemento predominante en el fruto, seguido por el N y P. Los valores de K y N resultaron menores a los reportados por Sadeghian *et al.* (12) para dos localidades de la zona cafetera del país (N 1,23%-1,46% y K 2,15%-2,26%), en tanto que los de P son similares (0,11%-0,12%).

Acumulación de N, P y K en el fruto.

Como era de esperarse, la acumulación de

N, P y K en el fruto (Figura 4) presentó una tendencia relativamente similar a la observada para la biomasa fresca y seca (Figura 2). Los contenidos de P durante todo el período del desarrollo del fruto fueron menores a los de N y K (en promedio 11,5 y 14,0 veces, respectivamente), y los de K se caracterizaron por ser cada vez más altos que los de N, particularmente a partir de 90 ó 120 DDPF.

En la Tabla 5 se consignan los valores correspondientes a las cantidades acumuladas de N, P y K en el fruto de café 240 DDPF, es decir, al momento de la cosecha. Se presentaron las siguientes secuencias para los tres elementos en las cuatro Estaciones:

N: El Rosario>Naranjal>Pueblo Bello>Líbano

P: Líbano>El Rosario>Naranjal>Pueblo Bello

K: El Rosario>Líbano>Naranjal>Pueblo Bello

Tabla 5. Cantidad acumulada de N, P y K en el fruto de café 240 días después del día pico de la floración, para cuatro Estaciones Experimentales de Cenicafé.

Estación	Cantidad acumulada de nutriente (mg/fruto)		
	N	P	K
El Rosario	9,61	0,76	12,78
Líbano	7,78	0,87	12,71
Naranjal	8,63	0,67	11,14
Pueblo Bello	8,12	0,54	9,45

Acumulación relativa de N, P y K en el fruto.

Al expresar la acumulación de N, P y K en los frutos de café en términos relativos –es decir que se toma como punto de referencia el 100% de lo asimilado– es posible identificar algunas tendencias (Figura 5). Para el conjunto de los tres nutrientes se puede afirmar que: i) La acumulación relativa durante los primeros 60 a 90 DDPF representó sólo el 13%; ii) A partir de los

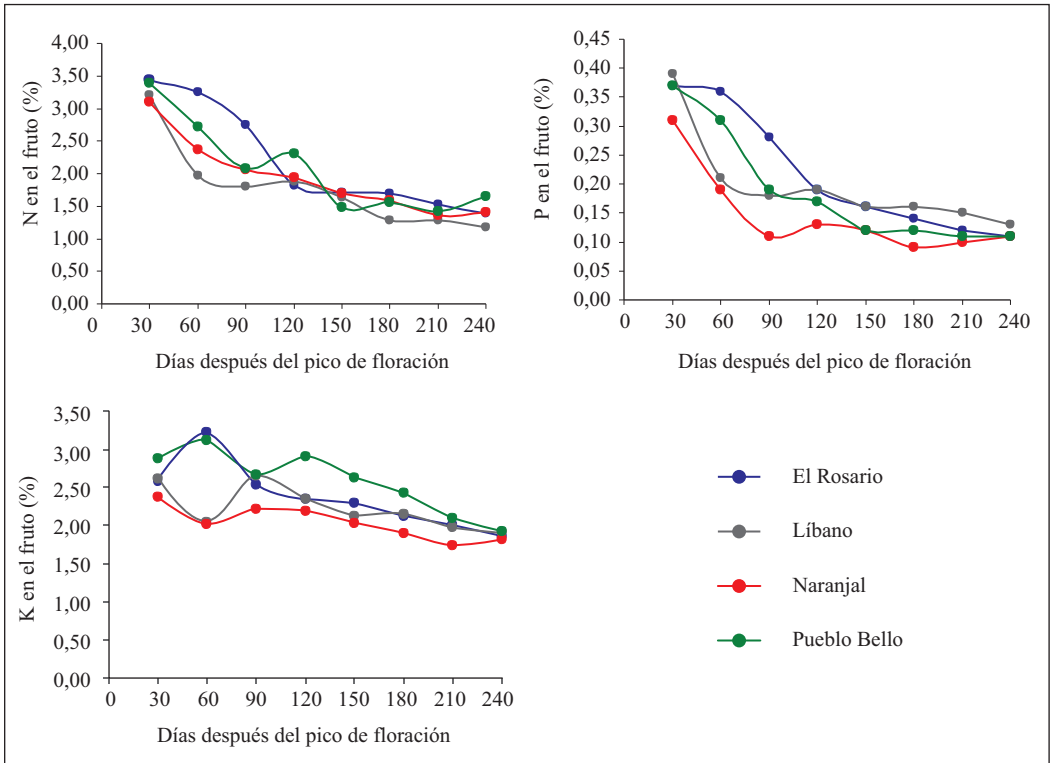


Figura 3. Concentración de N, P y K en los frutos de café en función de tiempo transcurrido después del día pico de la floración en cuatro Estaciones Experimentales de Cenicafé.

60 ó 90 días, y hasta los 180 DDPF, en promedio los frutos acumularon el 62% de estos elementos; y iii) En los últimos 2 meses previos a la cosecha acumuló el 25%.

Los resultados obtenidos por Chaves y Sarruge (3) para la variedad Catuaí amarillo, indican que a los 5 meses después del inicio de la formación del fruto se ha absorbido el 88% de N, 89% de P y 82% de K.

Ramírez *et al.* (10) hallaron que para la variedad Caturra el 50% de los requerimientos totales de nutrientes, a excepción de K, son “consumidos” por el fruto durante los primeros 90 días. Esta condición concuerda con lo hallado para Naranjal y Pueblo Bello, en

tanto que para El Rosario y Líbano ocurrió a los 120 días. En estas dos últimas Estaciones el comportamiento de la acumulación de los tres macronutrientes a través de tiempo fue relativamente similar, no así para las otras dos localidades. En Naranjal la toma de N y K por el fruto presentó una tendencia diferente a la de P en algunas épocas y, en Pueblo Bello una situación parecida ocurrió después de los 120 días para N y P con respecto a K.

Mientras que en Líbano y El Rosario la cantidad acumulada de K en los últimos 2 meses antes de la cosecha representó el 30% y 32% del total, respectivamente, en Naranjal y Pueblo Bello los frutos ya se

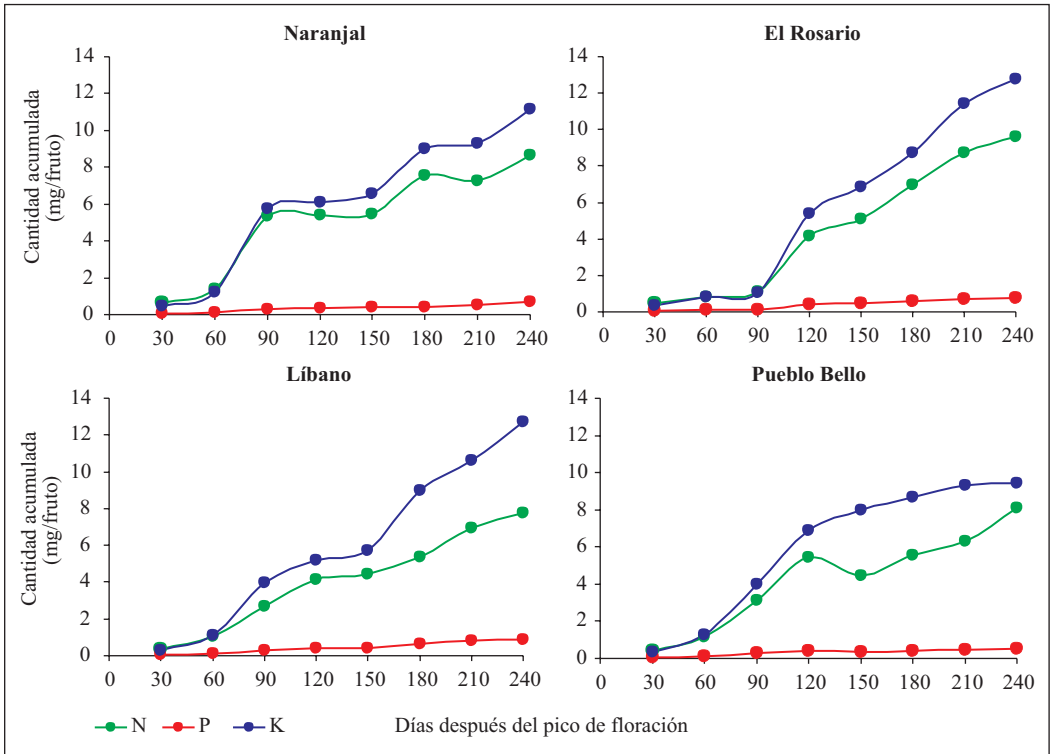


Figura 4. Cantidad acumulada de N, P y K en el fruto de café en función de tiempo transcurrido después del día del pico de la floración, en cuatro Estaciones Experimentales de Cenicafé.

habían tomado antes de esta fecha el 82% y el 92% de este elemento.

Los resultados expuestos revelan que pese a cierta similitud, la acumulación de los nutrientes puede variar entre sitios, dependiendo de las condiciones predominantes. Los estudios desarrollados por Laviola *et al.* (5, 6) confirman lo expuesto, al demostrar que la acumulación de macronutrientes cambia de acuerdo a la temperatura, factor climático afectado por la altitud.

Concentración foliar de nutrientes. Aunque la concentración de N y P en las hojas presentaron algunas variaciones a través de

tiempo (Figura 6), no hubo una relación entre los cambios detectados y el avance en el crecimiento y desarrollo del fruto; en contraste, el K tendió a reducirse. Este resultado puede justificarse, en parte, debido a la mayor demanda de K por los frutos y a la forma que se encuentra en los tejidos, pues éste no forma compuestos y, por lo tanto, permanece como ión libre, lo que facilita su movilización (9). Lo anterior también revela que durante la formación del fruto existe una mayor re--movilización de K con respecto a N y P desde los tejidos foliares más nuevos.

En el trabajo desarrollado por Laviola *et al.* (6), no se encontraron evidencias claras

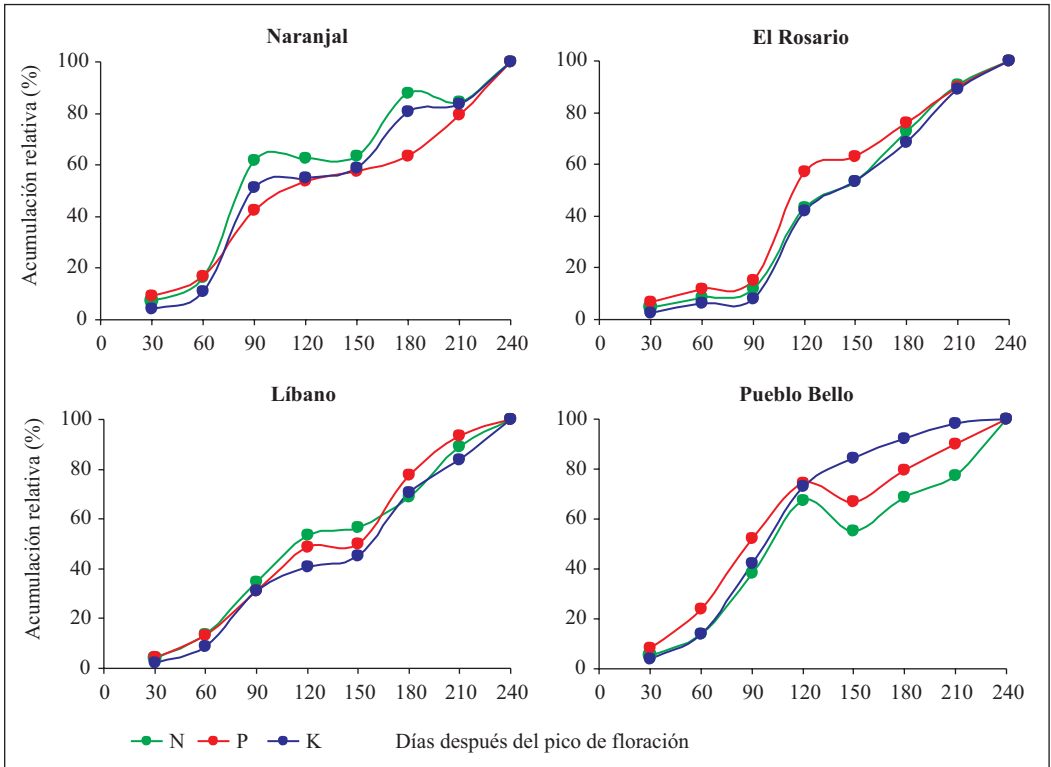


Figura 5. Acumulación relativa de N, P y K en el fruto de café a través del tiempo transcurrido después del día pico de la floración, en cuatro Estaciones Experimentales de Cenicafé.

que pudieran justificar la re--movilización de N, P y K desde las hojas, mientras que Chaves y Sarruge (3) demostraron la relación entre estos nutrientes en la fuente (hoja) y en el vertedero (frutos). En este mismo sentido, Lima Filho y Malavolta (7) hallaron que en plantas sin deficiencias nutricionales, entre 47% a 58% de N y de 54% a 64% de K exportado por los frutos proviene de las hojas.

La concentración foliar de P presentó diferencias considerables entre las localidades y no fue sensible a su aplicación vía abonamiento. Durante todo el período de evaluación, las concentraciones foliares de P fueron mayores en Líbano, seguidas en su orden

por El Rosario, Naranjal y Pueblo Bello, comportamiento que no fue sustentado en su totalidad por los niveles en el suelo ni por el suministro realizado.

Las variaciones de N fueron relativamente pocas, pero reflejan el efecto de la aplicación de los fertilizantes, en especial para el primer semestre del año. Naranjal presentó las concentraciones más altas y Pueblo Bello las más bajas, respuesta que estaría relacionada con las diferencias en los contenidos de la materia orgánica (Tabla 1) y el N aplicado (Tabla 3).

Durante el período que tardó el fruto para alcanzar la madurez de cosecha, la

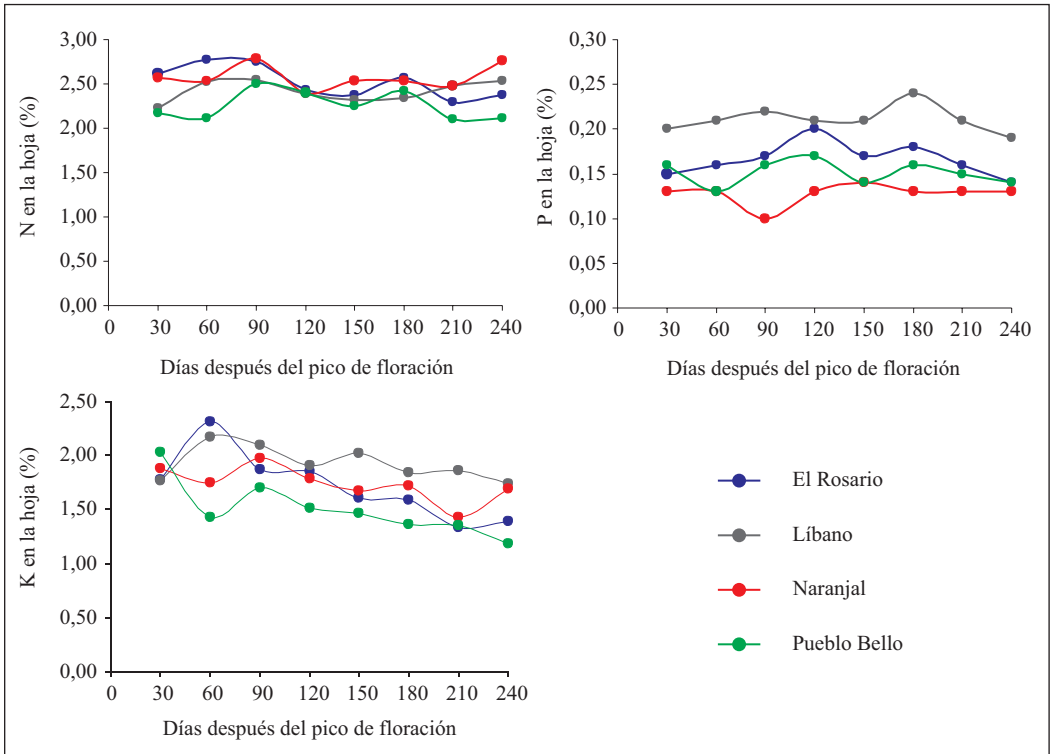


Figura 6. Concentración de N, P y K en el fruto de café en función de tiempo transcurrido después del día pico de la floración, en cuatro Estaciones Experimentales de Cenicafé.

concentración foliar de K disminuyó en promedio 0,38%, al pasar de 1,87% a 1,49%. Para Pueblo Bello y El Rosario esta reducción fue mayor que las otras dos Estaciones Experimentales. El efecto de la primera aplicación de K, realizado para El Rosario y Líbano en el mes de marzo y para Naranjal y Pueblo Bello en abril, se reflejó un mes más tarde.

Los resultados obtenidos permiten concluir que:

- El peso de un fruto de café Variedad Castillo® y la cantidad de nutrientes que éste acumula pueden variar según la localidad. Pese a lo anterior, en todos

los sitios el potasio se caracterizó por ser el elemento predominante, seguido por nitrógeno, y éste frente al fósforo.

- La mayor acumulación de nutrientes en los frutos (alrededor del 62%) ocurre entre los 60 y 180 días después de la floración y, en los 2 meses antes de la cosecha, se acumulan cerca del 25%.
- La concentración foliar de potasio, evaluada en el tercero o cuarto par de hojas, disminuyó en conformidad al crecimiento de los frutos, indicando una removilización de este elemento desde los tejidos relativamente más nuevos; tendencia que no se detectó de manera clara para nitrógeno y fósforo.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a los ingenieros Juan Carlos García López, John Wilson Mejía Montoya, José Raúl Rendón Sáenz, Jorge Camilo Torres Navarro y José Enrique Baute Balcazar, así como a Lady Juliet Vargas Gutiérrez y Diego Alejandro Arcila Vasco.

LITERATURA CITADA

1. ALVARADO A., G.; POSADA S., H.E.; CORTINA G., H.A. Castillo: Nueva variedad de café con resistencia a la roya. Chinchiná: CENICAFÉ, 2005. 8 p. (Avances Técnicos No. 337).
2. CARRILLO P., I.F.; MEJÍA M., B.; FRANCO A., H.F. Manual de laboratorio para análisis foliares. Chinchiná: CENICAFÉ, 1994. 52 p.
3. CHAVES, J.C.D.; SARRUGE, J.R. Alterações nas concentrações de macronutrientes nos frutos e folhas do cafeeiro durante um ciclo produtivo. Pesquisa agropecuaria brasileira 19(4):427-432. 1984.
4. CORRÊA, J.B.; GARCÍA, A.W.R.; COSTA, P.C. DA. Extração de nutrientes pelos cafeeiros Mundo Novo e Catuai. p. 35-41. En: CONGRESSO Brasileiro de pesquisas cafeeiras. (13 : Dezembro 2-5 1986 : São Lourenço). Rio de Janeiro : Ministério da indústria e do comércio : Instituto brasileiro do café, 1986.
5. LAVIOLA, B.G.; MARTÍNEZ H., E.P.; SALOMÃO, L.C.C.; CRUZ, C.D.; MENDONÇA. Acúmulo de nutrientes em frutos de cafeeiro em em quatro altitudes de cultivo: Cálcio, magnésio e enxofre. Revista brasileira de ciência do solo 31:1451-1462. 2007.
6. LAVIOLA, B.G.; MARTÍNEZ H., E.P.; SALOMÃO, L.C.C.; CRUZ, C.D.; MENDONÇA, S.M.; ROSADO, L. Acúmulo em frutos e variação na concentração foliar de NPK em cafeeiro cultivado em quatro altitudes. Bioscience journal 24(1):19-31. 2008.
7. LIMA F., O.F. DE; MALAVOLTA, E. Studies on mineral nutrition of the coffee plant (Coffea arabica L. cv. Catuai vermelho): Remobilization and re-utilization of nitrogen and potassium by normal and deficient plants. Brazilian journal of biology 63(3):481-490. 2003.
8. MALAVOLTA, E.; FAVARIN, J.L.; MALAVOLTA, M.; CABRAL, C.P.; HEINRICHS, R.; SILVEIRA, J.S.M. Repartição de nutrientes nos ramos, folhas e flores do cafeeiro. Pesquisa agropecuaria brasileira 37(7):1017-1022. 2002.
9. MENGEL, K.; KIRKBY, E.A. Principios de nutrición vegetal. Basel : Internacional potash institute, 2000. 692 p.
10. RAMÍREZ, F.; BERTSCH, F.; MORA, L. Consumo de nutrimentos por los frutos y bandolas de café Caturra durante un ciclo de desarrollo y maduración en Aquiares, Turrialba, Costa Rica. Agronomía costarricense 26(1):33-42. 2002.
11. RIAÑO H., N.M.; ARCILA P., J.; JARAMILLO R., A.; CHAVES C., B. Acumulación de materia seca y extracción de nutrimentos por Coffea arabica L. cv. Colombia en tres localidades de la zona cafetera central. Cenicafé 55(4):265-276. 2004.
12. SADEGHIAN K., S.; MEJÍA M., B.; ARCILA P., J. Composición elemental de frutos de café y extracción de nutrientes por la cosecha en la zona cafetera de Colombia. Cenicafé 57(4):251-261. 2006.
13. SALAZAR G., M.R.; CHAVES C., B.; RIAÑO H., N.M.; ARCILA P., J.; JARAMILLO R., A. Crecimiento del fruto de café Coffea arabica var. Colombia. Cenicafé 45(2):41-50. 1994.
14. SOUZA, V.H. DA S.; MAESTRI, M.; BRAGA, J.M.; CHAVES, J.R.P. Variações no teor de alguns elementos minerais nas folhas e frutos de café Coffea arabica L. Var. Mundo novo. CERES 22(123):318-331. 1975.
15. VALARINI, V.; BATAGLIA, O.C.; FAZUOLI, L.C. Macronutrientes em folhas e frutos de cultivares de café arábica de porte baixo. Bragantia 64 (4):661-672. 2005.