

2207

## EFFECTO DEL NITROGENO, EL FOSFORO Y EL POTASIO SOBRE LA PRODUCCION DE CAFE

Alfonso Uribe-Henao \*

Alfonso Mestre-Mestre \*\*

### INTRODUCCION

En Colombia, el café (*Coffea arabica* L.) var. Typica se ha cultivado tradicionalmente a la sombra. En los últimos diez años se ha venido sembrando al sol la variedad Caturra, en forma intensiva, con espaciamientos cortos y fertilización abundante a base de grados completos de nitrógeno, fósforo y potasio.

Cuando se cultiva el café a plena exposición solar es indispensable una fertilización adecuada si se quieren obtener plantaciones vigorosas, con altas producciones y de buena calidad. En el Centro Nacional de Investigaciones de Café se han adelantado estudios sobre la fertilización del café sin sombrero (9, 15), pero hasta el presente no se ha podido establecer, en una forma precisa, cuáles son los requerimientos en elementos nutritivos, ni el balance adecuado entre ellos para obtener los mejores rendimientos.

El avance en el país del cultivo de café al sol, es cada vez mayor y las necesidades de una buena nutrición de la planta con base en una fertilización adecuada imponen una investigación al respecto.

En otros países la respuesta del café a los fertilizantes ha sido muy variada e inconsistente. En Tanganyika (11) se efectuaron ensayos en 18 Estados, encontrándose que el nitrógeno fue altamente positivo en el aumento de la cosecha. Las respuestas al fósforo y al potasio

---

\* Jefe del Departamento de Agronomía y Tecnología del Centro Nacional de Investigaciones de Café. Cenicafé, Chinchiná, Caldas, Colombia.

\*\* Jefe de la Sección Café del Centro Nacional de Investigaciones de Café. Cenicafé, Chinchiná, Caldas, Colombia.

no fueron significativas. En Filipinas, Carandang (5) encontró que el potasio bajó los rendimientos y el nitrógeno aumentó significativamente la cosecha. Abruña et al (1, 2) en Puerto Rico, obtuvieron una respuesta favorable al nitrógeno y al potasio, pero la aplicación de fósforo no afectó la producción. Respuestas similares obtuvieron Franco et al (6) y Malavolta (10), en el Brasil; Jones (8) en Kenya; Ananth (4), en la India; y Pérez et al (12), en Costa Rica.

Con el fin de evaluar en términos de producción, el efecto de los tres elementos más importantes, nitrógeno, fósforo y potasio a diferentes niveles, combinados e individualmente, se realizó el presente experimento. El problema se estudió en varias clases de suelos, en ocho lugares de la región cafetera del país, entre los años de 1966 y 1976, en plantaciones de café a plena exposición solar.

## MATERIALES Y METODOS

Los sitios en donde se realizó el trabajo se presentan en la tabla 1.

TABLA 1.- LOCALIZACION DE LOS CAMPOS EXPERIMENTALES.

| LUGAR                    | MUNICIPIO  | DEPARTAMENTO |
|--------------------------|------------|--------------|
| Hacienda Naranjal        | Chinchiná  | Caldas       |
| Cenicafé                 | Chinchiná  | Caldas       |
| Subestación Paraguaicito | Buenavista | Quindío      |
| Subestación El Rosario   | Venecia    | Antioquia    |
| Hacienda Piamonte        | Fredonia   | Antioquia    |
| Hacienda Mesitas         | Cachipay   | Cundinamarca |
| Hacienda Granjas         | El Colegio | Cundinamarca |
| Subestación La Trinidad  | Líbano     | Tolima       |

Las características de los suelos correspondientes a los campos experimentales figuran en la tabla 2.

Las características del clima se describen en la tabla 3.

Los tratamientos estuvieron constituídos por las combinaciones factoriales de tres niveles de cada uno de los elementos nitrógeno, fósforo y potasio. Los niveles que se emplearon fueron los siguientes:



## NITROGENO:

N 0 : Sin nitrógeno.

N 1 : 120 kilogramos de nitrógeno por hectárea y por año.

N 2 : 240 kilogramos de nitrógeno por hectárea y por año.

## FOSFORO:

P 0 : Sin fósforo.

P 1 : 120 kilogramos de P205 por hectárea y por año.

P 2 : 240 kilogramos de P205 por hectárea y por año.

## POTASIO:

K 0 : Sin potasio.

K 1 : 120 kilogramos de K20 por hectárea y por año.

K 2 : 240 kilogramos de K20 por hectárea y por año.

Como fuentes de los elementos se usaron el sulfato de amonio del 21<sup>o</sup>/o de N, el superfosfato triple de 46<sup>o</sup>/o de P205 y el sulfato de potasio del 48<sup>o</sup>/o de K20.

La aplicación de los tratamientos se efectuó fraccionando las cantidades en 4 aplicaciones anuales, cada 3 meses.

Se usó un diseño factorial con la componente W de la interacción de segundo orden totalmente confundida con los bloques.

TABLA 2.- CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS DE LOS SUELOS, EN LOS CUALES SE REALIZARON LOS ENSAYOS.

| LUGAR                    | TEXTURA          | Ca       | Mg  | K    | MO   | P   | N     | pH  |
|--------------------------|------------------|----------|-----|------|------|-----|-------|-----|
|                          |                  | me/100 g |     |      | o/o  | ppm | o/o   |     |
| Hacienda Naranjal        | Franco arenoso   | 0,9      | 0,9 | 0,22 | 13,1 | 11  | 0,634 | 5,6 |
| Cenicafé                 | Franco           | 3,3      | 2,3 | 0,34 | 6,6  | 25  | 0,379 | 4,8 |
| Subestación Paraguaicito | Franco arenoso   | 5,2      | 2,1 | 0,61 | 6,6  | 12  | 0,395 | 5,4 |
| Subestación El Rosario   | Franco           | 2,0      | 1,6 | 0,14 | 13,8 | 8   | 0,528 | 4,0 |
| Hacienda Piamonte        | Franco arcilloso | 5,1      | 5,1 | 0,17 | 5,5  | 10  | 0,302 | 4,9 |
| Hacienda Mesitas         | Franco           | 13,4     | 6,7 | 0,18 | 8,3  | 3   | 0,393 | 5,0 |
| Hacienda Granjas         | Franco arenoso   | 12,3     | 4,4 | 0,57 | 16,3 | 4   | 0,867 | 5,1 |
| Subestación La Trinidad  | Franco arenoso   | 9,0      | 1,8 | 0,60 | 17,8 | 8   | 0,723 | 5,7 |

TABLA 3.- CARACTERISTICAS DEL CLIMA DE LAS REGIONES EXPERIMENTALES, EN LAS CUALES SE REALIZARON LOS ENSAYOS.

| LUGAR                    | Altura sobre el nivel del mar (metros) | Temperatura promedio anual (°C) | Lluvia promedio anual (mm) |
|--------------------------|--|---------------------------------|----------------------------|
| Hacienda Naranjal        | 1.400                                  | 20,6                            | 2.660                      |
| Cenicafé                 | 1.500                                  | 20,6                            | 2.500                      |
| Subestación Paraguaicito | 1.250                                  | 21,2                            | 1.975                      |
| Subestación El Rosario   | 1.637                                  | 19,7                            | 2.730                      |
| Hacienda Piamonte        | 1.300                                  | 20,2                            | 2.330                      |
| Hacienda Mesitas         | 1.250                                  | 19,3                            | 1.480                      |
| Hacienda Granjas         | 1.500                                  | 19,3                            | 1.910                      |
| Subestación La Trinidad  | 1.500                                  | 19,3                            | 2.311                      |

Los campos experimentales se establecieron a plena exposición solar. Las parcelas experimentales tenían las características dadas en la tabla 4.

TABLA 4.- CARACTERISTICAS DE LAS PARCELAS EXPERIMENTALES.

| LUGAR                    | Variiedad | Distancia de siembra (metros) | Número de árboles por parcela * |
|--------------------------|-----------|-------------------------------|---------------------------------|
| Hacienda Naranjal        | Borbón    | 2,5 x 2,5                     | 25                              |
| Cenicafé                 | Caturra   | 2,0 x 2,0                     | 16                              |
| Subestación Paraguaicito | Caturra   | 2,0 x 2,0                     | 20                              |
| Subestación El rosario   | Caturra   | 2,0 x 2,0                     | 16                              |
| Hacienda Piamonte        | Caturra   | 2,0 x 2,0                     | 25                              |
| Hacienda Mesitas         | Borbón    | 2,5 x 2,5                     | 25                              |
| Hacienda Granjas         | Borbón    | 2,5 x 2,5                     | 16                              |
| Subestación La Trinidad  | Caturra   | 2,0 x 2,0                     | 16                              |

\* Total árboles efectivos y bordes de descarte.

El efecto de los tratamientos se evaluó por la producción en kilogramos de café cereza por parcela efectiva. Para la presentación de los resultados se transformaron los datos a kilogramos de café pergamino seco por hectárea. Los datos se sometieron a los análisis estadísticos que corresponden al diseño experimental usado.

Los experimentos tuvieron una duración de 5 y 6 años y se tomaron datos de 4 cosechas en algunos lugares y de 5 en otros. Las cosechas abarcaron períodos de un año de producción tomados generalmente de julio de un año a junio del siguiente.



Para dar por terminado el ensayo, en cada lugar se tuvo en cuenta el estado de deterioro de la plantación, con el fin de obtener exactitud en los datos de producción.

## RESULTADOS

Los datos de producción se presentan de acuerdo con los lugares en donde estaban ubicados los campos experimentales. Para cada lugar se dan los resultados correspondientes a las cosechas anuales en el respectivo año en que se produjeron. Además se presentan los datos acumulados de las cosechas con el fin de obtener un análisis de conjunto que permita una mejor interpretación de los resultados. Los datos de producción están expresados en kilogramos de café pergamino seco por hectárea. Los niveles de fertilización corresponden a kilogramos de N, P2O5 y K2O por hectárea y por año.

### Hacienda Naranjal.

Los resultados obtenidos en este lugar se presentan en la tabla 5.

TABLA 5.- EFECTO DEL N, P y K SOBRE LA PRODUCCION DE CAFE PERGAMINO POR HECTAREA, VARIEDAD BORBON. HACIENDA NARANJAL, CHINCHINA, CALDAS.

| Elemento  | Dosis<br>Kg/Ha/año | Producción de café (Kg de café pergamino/Ha) |      |      |      |      |           |
|-----------|--------------------|--|------|------|------|------|-----------|
|           |                    | 1968   | 1969 | 1970 | 1971 | 1972 | Acumulado |
| Nitrógeno | 0                  | 3850   | 3200 | 6800 | 800  | 4063 | 14863     |
|           | 120                | 5388   | 3488 | 7075 | 638  | 5100 | 16288     |
|           | 240                | 5588   | 2963 | 7800 | 675  | 5738 | 17175     |
| Fósforo   | 0                  | 4650   | 2688 | 7025 | 400  | 5138 | 14000     |
|           | 120                | 5050   | 3313 | 7325 | 813  | 4825 | 14900     |
|           | 240                | 5125   | 3650 | 7425 | 913  | 4950 | 16938     |
| Potasio   | 0                  | 4675   | 2488 | 4288 | 275  | 3463 | 10500     |
|           | 120                | 5100   | 3338 | 7975 | 725  | 5875 | 17913     |
|           | 240                | 5050   | 3825 | 9400 | 1113 | 5563 | 19913     |

*Para las primeras*

En la cosecha de 1968 el nitrógeno fue el único elemento que influyó sobre la producción. El efecto se manifestó por un aumento, de tendencia cuadrática de la producción con los incrementos en las cantidades aplicadas del elemento.

Para la cosecha de 1969, se puede observar que solamente el potasio afectó la producción, el cual produjo un ligero aumento de tendencia lineal.

En el año de 1970 únicamente el potasio incrementó la producción. Su efecto fue de tendencia lineal.

En 1971 el fósforo y el potasio aumentaron la producción en forma lineal.

La significación de la respuesta al fósforo solamente alcanzó el nivel del 5<sup>o</sup> de probabilidad.

En 1972 hubo aumentos de tendencia cuadrática cuando se incrementaron las dosis de potasio.

Para las cuatro cosechas acumuladas solamente el potasio aumentó la producción y el aumento fue de tendencia lineal, indicando que este elemento fue el nutrimento más importante en el incremento de los rendimientos de café.

### Cenicafé.

Los datos correspondientes a este lugar se pueden observar en la tabla 6.

TABLA 6.- EFECTO DE LAS APLICACIONES DE N, P y K SOBRE LA PRODUCCION DE CAFE PERGAMINO POR HECTAREA. VARIEDAD CATURRA. CENICAFE, CHINCHINA, CALDAS.

| Elemento  | Dosis<br>Kg/Ha/año | Producción de café (Kg de café pergamino/Ha) |      |      |      |      |           |
|-----------|--------------------|--|------|------|------|------|-----------|
|           |                    | 1969   | 1970 | 1971 | 1972 | 1973 | Acumulado |
| Nitrógeno | 0                  | 1138   | 1800 | 2113 | 1925 | 1225 | 7063      |
|           | 120                | 1675   | 5500 | 4863 | 5625 | 4125 | 20050     |
|           | 240                | 1788   | 6363 | 4475 | 6975 | 4600 | 22375     |
| Fósforo   | 0                  | 1513   | 4050 | 3613 | 5100 | 3063 | 15825     |
|           | 120                | 1563   | 4838 | 3788 | 4738 | 3400 | 16775     |
|           | 240                | 1525   | 4775 | 3975 | 4700 | 3475 | 16900     |
| Potasio   | 0                  | 1600   | 4675 | 3250 | 4775 | 3263 | 15963     |
|           | 120                | 1475   | 4713 | 4013 | 4775 | 3363 | 16863     |
|           | 240                | 1513   | 4275 | 4088 | 4988 | 3313 | 16675     |

El nitrógeno aumentó la producción en todas las cosechas, en forma lineal para la primera y cuadrática para las demás. El fósforo produjo un ligero aumento lineal en la cosecha de 1970. En ninguna de las cosechas se encontró respuesta al potasio.

En la acumulación de las cuatro cosechas, el nitrógeno fue el único elemento que mostró incremento de la producción. El aumento fue de tendencia cuadrática.

*para las 4 cosechas*



## Subestación Paraguaicito.

En la tabla 7 se resumen los resultados de este lugar.

TABLA 7.- EFECTO DEL N, P y K SOBRE LA PRODUCCION DE CAFE PERGAMINO POR HECTAREA. VARIEDAD CATURRA. SUBESTACION PARAGUAICITO, BUENA-VISTA, QUINDIO.

| Elemento  | Dosis<br>Kg/Ha/año | Producción de café (Kg de café pergamino/Ha) |      |      |      |      |           |
|-----------|--------------------|--|------|------|------|------|-----------|
|           |                    | 1970   | 1971 | 1972 | 1973 | 1974 | Acumulado |
| Nitrógeno | 0                  | 3500   | 3000 | 4600 | 5388 | 1600 | 16475     |
|           | 120                | 4538   | 4638 | 4313 | 8600 | 2313 | 22088     |
|           | 240                | 5200   | 4638 | 5263 | 8913 | 3638 | 24038     |
| Fósforo   | 0                  | 4450   | 4063 | 4950 | 7763 | 2550 | 21263     |
|           | 120                | 4450   | 3863 | 4638 | 7538 | 2625 | 20513     |
|           | 240                | 4325   | 4350 | 4588 | 7513 | 2388 | 20813     |
| Potasio   | 0                  | 4325   | 3975 | 4438 | 7513 | 2338 | 20275     |
|           | 120                | 2350   | 4125 | 4725 | 7763 | 2338 | 20988     |
|           | 240                | 4563   | 4188 | 5013 | 7525 | 2875 | 21325     |

El nitrógeno fue el único elemento que mostró efectos sobre la producción en todas las cosechas excepto en la de 1972, en donde no hubo respuesta a ningún tratamiento. El efecto consistió en un aumento de tendencia lineal. En el total de las cuatro primeras cosechas al aumentar la cantidad de nitrógeno aplicada, la producción se incrementó en forma lineal.

## Subestación El Rosario.

En la tabla 8 aparecen los resultados correspondientes a este lugar.

En 1968 no hubo respuesta a ninguno de los tratamientos.

En 1969 solamente hubo respuesta al potasio según una tendencia cuadrática.

En las cosechas de 1970 y 1971 hubo respuesta al potasio de carácter cuadrático y al nitrógeno con tendencia cuadrática en el primer caso y lineal en el segundo. En la acumulación de cosechas hubo respuestas al nitrógeno y al potasio pero en mayor magnitud a este último.

## Hacienda Piamonte.

Los resultados para este lugar se dan en la tabla 9.

TABLA 8.- EFECTO DEL N, P y K SOBRE LA PRODUCCION DE CAFE (EN KILOGRAMOS DE CAFE PERGAMINO POR HECTAREA). VARIEDAD CATURRA. SUBESTACION EL ROSARIO, VENECIA, ANTIOQUIA.

| Elemento  | Dosis<br>Kg/Ha/año | Producción de café (Kg de café pergamino/Ha) |      |      |      |           |
|-----------|--------------------|--|------|------|------|-----------|
|           |                    | 1968   | 1969 | 1970 | 1971 | Acumulado |
| Nitrógeno | 0                  | 1213   | 5000 | 875  | 4000 | 11088     |
|           | 120                | 1213   | 5150 | 1438 | 5450 | 13251     |
|           | 240                | 1213   | 5675 | 1075 | 6100 | 14063     |
| Fósforo   | 0                  | 1163   | 5288 | 913  | 4800 | 12164     |
|           | 120                | 1200   | 5025 | 1100 | 4900 | 12225     |
|           | 240                | 1275   | 5513 | 1375 | 5850 | 14013     |
| Potasio   | 0                  | 1200   | 3988 | 163  | 1875 | 7226      |
|           | 120                | 1225   | 5900 | 1650 | 6238 | 15113     |
|           | 240                | 1200   | 5950 | 1575 | 7463 | 16188     |

TABLA 9.- EFECTO DEL N, P y K SOBRE LA PRODUCCION DE CAFE PERGAMINO POR HECTAREA. VARIEDAD CATURRA. HACIENDA PIAMONTE, FREDONIA, ANTIOQUIA.

| Elemento  | Dosis<br>Kg/Ha/año | Producción de café (Kg de café pergamino/Ha) |      |      |      |           |
|-----------|--------------------|--|------|------|------|-----------|
|           |                    | 1970   | 1971 | 1972 | 1973 | Acumulado |
| Nitrógeno | 0                  | 388  | 1125 | 350  | 950  | 2813      |
|           | 120                | 413  | 1700 | 500  | 1337 | 3925      |
|           | 240                | 413  | 1613 | 400  | 1650 | 4075      |
| Fósforo   | 0                  | 438  | 1450 | 350  | 1375 | 3613      |
|           | 120                | 375  | 1450 | 425  | 1200 | 3388      |
|           | 240                | 388  | 1550 | 463  | 1413 | 3813      |
| Potasio   | 0                  | 375  | 1188 | 150  | 750  | 2475      |
|           | 120                | 375  | 1550 | 475  | 1475 | 3925      |
|           | 240                | 400  | 1700 | 613  | 1713 | 4425      |

En 1970 ninguno de los tratamientos influyó sobre la producción.

En la cosecha 1971 el nitrógeno y el potasio individualmente aumentaron la producción con tendencias cuadrática y lineal respectivamente.

En 1972 solamente se observó respuesta lineal al potasio.

En 1973 el nitrógeno y el potasio tuvieron efecto sobre la producción con aumentos de tendencia lineal y cuadrática en su orden.



En la acumulación de cosechas hubo aumento de producción al nitrógeno y al potasio en forma cuadrática para ambos.

### Hacienda Mesitas.

Los resultados para este lugar se dan en la tabla 10.

TABLA 10.- EFECTO DEL N, P y K SOBRE LA PRODUCCION DE CAFE PERGAMINO POR HECTAREA. VARIEDAD BORBON. HACIENDA MESITAS, CACHIPAY, CUNDINAMARCA.

| Elemento  | Dosis<br>Kg/Ha/año | Producción de café (Kg de café pergamino/Ha) |      |      |      |           |
|-----------|--------------------|--|------|------|------|-----------|
|           |                    | 1969   | 1970 | 1971 | 1972 | Acumulado |
| Nitrógeno | 0                  | 725  | 2050 | 888  | 1188 | 4838      |
|           | 120                | 688  | 2950 | 2413 | 2300 | 8350      |
|           | 240                | 900  | 2975 | 2413 | 2488 | 8763      |
| Fósforo   | 0                  | 825  | 2488 | 1575 | 1813 | 6700      |
|           | 120                | 650  | 2663 | 1913 | 2225 | 7475      |
|           | 240                | 813  | 2800 | 2225 | 1950 | 7788      |
| Potasio   | 0                  | 788  | 2063 | 775  | 1188 | 4813      |
|           | 120                | 763  | 2900 | 2350 | 2463 | 8475      |
|           | 240                | 750  | 2988 | 2588 | 2300 | 8663      |

En 1969 los tratamientos no influyeron sobre la producción.

En las cosechas de 1970, 1971 y 1972 hubo aumento de producción para el nitrógeno y para el potasio de tendencia cuadrática.

El fósforo produjo un ligero aumento lineal en la cosecha de 1971.

En la acumulación de cosechas se observó aumento de producción para el nitrógeno y para el potasio de tendencia cuadrática.

### Hacienda Granjas.

En la tabla 11 se observan los resultados para este lugar.

El nitrógeno provocó aumentos de producción en todas las cosechas en la forma siguiente: En 1971 de tendencia cuadrática; en 1972 de tendencia lineal; en 1973 de tendencia cuadrática, en 1974 de tendencia lineal, en 1975 de tendencia lineal.

TABLA 11.- EFECTO DEL N, P y K SOBRE LA PRODUCCION DE CAFE PERGAMINO POR HECTAREA. VARIEDAD BORBON. HACIENDA GRANJAS, EL COLEGIO, CUNDI-NAMARCA.

| Elemento  | Dosis<br>Kg/Ha/año | Producción de café (Kg de café pergamino/Ha) |      |      |      |      | Acumulado |
|-----------|--------------------|--|------|------|------|------|-----------|
|           |                    | 1971   | 1972 | 1973 | 1974 | 1975 |           |
| Nitrógeno | 0                  | 675  | 1950 | 2438 | 2063 | 1325 | 7788      |
|           | 120                | 900  | 2988 | 3812 | 3635 | 2338 | 12788     |
|           | 240                | 900  | 3338 | 3888 | 3975 | 2738 | 13825     |
| Fósforo   | 0                  | 788  | 2650 | 3275 | 4450 | 2125 | 11200     |
|           | 120                | 838  | 2775 | 3325 | 3200 | 2000 | 11300     |
|           | 240                | 838  | 2850 | 3488 | 3263 | 2263 | 11913     |
| Potasio   | 0                  | 750  | 2688 | 2963 | 2713 | 1738 | 10100     |
|           | 120                | 825  | 2863 | 3688 | 4675 | 2388 | 12363     |
|           | 240                | 888  | 2725 | 3500 | 3525 | 2275 | 11950     |

El potasio aumentó los rendimientos solamente en dos cosechas. En 1971 con tendencia cuadrática y en 1974 con tendencia lineal.

El fósforo no influyó sobre los resultados.

En la acumulación de cosechas tanto el nitrógeno como el potasio aumentaron la producción con tendencia cuadrática.

El mayor efecto sobre la producción le correspondió al nitrógeno.

#### Subestación La Trinidad.

En la tabla 12 se presentan los resultados para este lugar.

Hubo respuestas positivas al nitrógeno de carácter cuadrático en las cosechas de 1973, 1974 y 1976.

El fósforo provocó un ligero aumento de la producción de carácter lineal en la cosecha 1973.

En la cosecha de 1975 no hubo respuesta a los tratamientos.

No hubo efecto del potasio en ninguna de las cosechas.

En la acumulación de las cuatro cosechas se observó un aumento de producción por parte del nitrógeno de tendencia cuadrática.



TABLA 12.- EFECTO DEL N, P Y K SOBRE LA PRODUCCION DE CAFE PERGAMINO POR HECTAREA. VARIEDAD CATURRA. SUBESTACION LA TRINIDAD, LIBANO, TOLIMA.

| Elemento  | Dosis<br>Kg/Ha/año | Producción de café (Kg. de café pergamino/Ha) |      |      |      |           |
|-----------|--------------------|---|------|------|------|-----------|
|           |                    | 1973  | 1974 | 1975 | 1976 | Acumulado |
| Nitrógeno | 0                  | 1388  | 2238 | 2488 | 2600 | 8714      |
|           | 120                | 1888  | 4250 | 2875 | 5825 | 14838     |
|           | 240                | 1688  | 3875 | 2263 | 5413 | 13239     |
| Fósforo   | 0                  | 1513  | 3200 | 2900 | 3913 | 11526     |
|           | 120                | 1700  | 3513 | 2238 | 4913 | 12364     |
|           | 240                | 1750  | 3638 | 2488 | 5000 | 12876     |
| Potasio   | 0                  | 1600  | 3338 | 2325 | 4013 | 11276     |
|           | 120                | 1688  | 3350 | 2488 | 4763 | 12289     |
|           | 240                | 1663  | 3663 | 2800 | 5063 | 13189     |

En la acumulación de cosechas hubo respuestas positivas en producción únicamente al nitrógeno y al potasio.

### DISCUSION Y CONCLUSIONES

Las respuestas en producción a la aplicación de los elementos fertilizantes fueron variables en los 8 sitios en estudio. No hubo resultados de carácter negativo. Solamente en 5 cosechas correspondientes a 5 sitios, no se observó ningún efecto de los elementos aplicados, sobre la producción de café. El nitrógeno fue el elemento que originó mayor número de respuestas indicando que es el nutrimento más necesitado en los suelos estudiados. En todos los lugares hubo respuestas al nitrógeno y en algunos de ellos como Cenicafé, Paraguaicito y Trinidad la respuesta fue más acentuada puesto que el potasio no influyó sobre la producción y el fósforo provocó ligeros aumentos en una sola de las cosechas en Trinidad y en El Rosario. El carácter de las respuestas al nitrógeno fue variable e inconsistente dentro de las cosechas de un lugar y entre los diferentes lugares en cuanto a las tendencias lineal y cuadrática de los resultados. En los casos de tendencia lineal la producción fue en ascenso hasta la dosis más alta y en el de la cuadrática indicó que la dosis del segundo nivel fue suficiente. El comportamiento de la fertilización nitrogenada no fue consecuente con el contenido de nitrógeno y materia orgánica del suelo y así hubo

TABLA 13.- RESPUESTA DEL CAFE A LAS APLICACIONES DE N, P y K EN DIFERENTES LOCALIDADES.

| LUGARES      | COSECHAS |       |          |       |     |           |
|--------------|----------|-------|----------|-------|-----|-----------|
|              | 1a.      | 2a.   | 3a.      | 4a.   | 5a. | Acumulado |
| Naranjal     | N        | K     | K        | P y K | K   | K         |
| Cenicafé     | N        | N y P | N        | N     | N   | N         |
| Paraguaicito | N        | N     | No hubo  | N     | N   | N         |
| El Rosario   | No hubo  | K     | N y K    | N y K | —   | N y K     |
| Piamonte     | No hubo  | N y K | K        | N y K | —   | N y K     |
| Mesitas      | No hubo  | N y K | N, P y K | N y K | —   | N y K     |
| Granjas      | N y K    | N     | N        | N y K | N   | N y K     |
| La Trinidad  | N y P    | N     | No hubo  | N     | —   | N         |

respuestas similares a este elemento en Granjas y Trinidad con alto contenido de nitrógeno en el suelo (tabla 13), como las encontradas en Cenicafé y Paraguaicito en donde el suelo muestra un bajo contenido de este nutrimento. Estos resultados parecen indicar que el café requiere de aplicaciones de nitrógeno para aumentar los rendimientos aun en suelos con alto contenido de materia orgánica. Las cantidades más recomendables fluctúan entre 120 y 240 kilogramos por hectárea y por año.

El potasio produjo aumentos de producción en todos los lugares excepto en Cenicafé, Paraguaicito y Trinidad. Se observó cierta relación entre las respuestas a este elemento y el contenido de potasio en los suelos. La magnitud en producción de las respuestas fue mayor en donde el análisis de suelo indicó bajo contenido de potasio. En los suelos de Cenicafé, Paraguaicito y Trinidad, en los cuales no hubo respuesta al potasio en ninguna de las cosechas obtenidas, el contenido de potasio se considera alto. Aun cuando la respuesta a este elemento no fue tan generalizada como la del nitrógeno, en algunos lugares la magnitud de ella fue apreciable. Lo anterior indica que el análisis de suelo para este elemento podría servir para apreciar si es necesaria su aplicación. Como en el caso del nitrógeno hubo inconsistencia de las tendencias lineal y cuadrática de las respuestas, siendo suficiente en algunas ocasiones el segundo nivel de potasio y para otras el tercer nivel produjo los mayores rendimientos.

El fósforo mostró muy poco efecto sobre los rendimientos de café en todos los lugares en experimentación. Solamente hubo respuesta a su aplicación en 4 de las 36 cosechas producidas en los sitios experimentales (tabla 13). Su efecto se podría considerar como ocasional y de poca magnitud. Al parecer la aplicación de este elemento no es indispensable para la obtención de altas producciones de café.



En general, los resultados obtenidos en este trabajo concuerdan con los descritos por un gran número de investigadores de varios países, tales como Gómez et al. (7) y Franco et al. (6) en Brasil, Abruña et al. (1, 2) en Puerto Rico, y Pérez et al. (12) en Costa Rica, quienes encontraron respuesta positiva a las aplicaciones de nitrógeno y potasio.

Carandang (5) y Ramos y Plañgilan (13) en Filipinas; Vaz (16) en Angola, Jones (9) en Kenia, Michell (12) en Tanganyika y Rodríguez et al. (14) en Puerto Rico, obtuvieron efectos positivos únicamente al nitrógeno. Solamente un autor (3) hace referencia a resultados favorables a la aplicación de fósforo en café.

En la tabla 14 se presentan las respuestas obtenidas a la fertilización del café por 12 investigadores de 9 países. Se puede ver que hubo respuesta positiva al nitrógeno en todos los lugares experimentales. En cuanto al fósforo, únicamente Aguilar (3) en el Salvador, encontró efecto sobre la producción. La acción del potasio fue variable.

Los resultados hallados en este trabajo, como en los países citados, indican que el café responde a la fertilización nitrogenada y potásica, pero principalmente a la primera y que las aplicaciones de fósforo no tienen efecto sobre la producción.

TABLA 14.- RESPUESTAS OBTENIDAS A LA FERTILIZACION DEL CAFE POR 12 INVESTIGADORES, EN 9 PAISES.

| AUTORES               | N | P | K | PAIS        |
|-----------------------|---|---|---|-------------|
| Gómez et al. (7)      | + | X | + | Brasil      |
| Carandang (5)         | + | 0 | — | Filipinas   |
| Vaz (16)              | + | X | X | Angola      |
| Ramos y Pañgilan (13) | + | 0 | — | Filipinas   |
| Jones (8)             | + | X | X | Kenia       |
| Mitchell (11)         | + | X | X | Tanganyika  |
| Abruña et al. (1)     | + | X | + | Puerto Rico |
| Abruña et al. (2)     | + | X | + | Puerto Rico |
| Franco et al. (6)     | + | X | + | Brasil      |
| Rodríguez et al. (14) | + | X | X | Puerto Rico |
| Ananth (4)            | + | 0 | 0 | India       |
| Pérez et al. (12)     | + | X | + | Costa Rica  |
| Aguilar et al. (3)    | + | + | — | Salvador    |

- + Respuesta positiva
- X No hubo respuesta
- Respuesta negativa
- 0 No dice nada

## RESUMEN

En Colombia, se cultiva el café a la sombra pero en los últimos años se ha venido sembrando al sol con nuevas técnicas, que requieren una fertilización muy eficiente y adecuada para lograr una buena nutrición de la planta. Por lo tanto es necesario efectuar estudios para determinar con precisión los requerimientos en elementos nutritivos, con el fin de obtener plantaciones vigorosas y productivas.

Se estudió y se evaluó la influencia de la fertilización a base de nitrógeno, fósforo y potasio en la producción de café. Se compararon 27 tratamientos resultantes de las combinaciones de tres niveles, 0 - 120 y 240 kilogramos por hectárea de cada uno de los elementos. El trabajo experimental se adelantó durante 10 años en varias clases de suelos, en 8 lugares diferentes de la zona cafetera colombiana, en plantaciones de café sin sombrero.

El nitrógeno fue el nutrimento que originó el mayor número de respuestas positivas a la producción de café. Entre los tres elementos en estudio fue el único que manifestó efecto sobre los rendimientos en todos los sitios experimentales, aun en aquellos con alto contenido de materia orgánica en el suelo.

El potasio produjo aumentos de producción en la mayor parte de los lugares en estudio. En 3 de los sitios experimentales no hubo respuesta a este elemento. Hubo cierta relación entre las respuestas de este nutrimento a la producción y el contenido de él en el suelo.

El efecto del fósforo fue ocasional y de poca magnitud, por lo cual se considera que no es indispensable su aplicación.

## SUMMARY

A factorial experiment was established in order to study the influence of all possible combinations of N, P, K on coffee production. The rates of application for each one of the fertilizer elements were 0, 120, and 240 kilogrammes per hectare. The experimental work was carried out for six years on unshaded coffee trees, planted on eight different locations of the Colombian coffee zone.

Nitrogen was responsible for the majority of the positive responses to fertilization, since it increased yield in all locations, even in those with high soil organic matter content.

The application of potassium increased coffee yield in five of the eight locations. There was no response to potassium in the other three locations. The data indicated a relationship between yield and the potassium content in the soil.



There was no effect of phosphorus on yield, except for few instances which are considered erratic in nature and of low magnitude. The authors, therefore, do not think necessary to use it in adult coffee plantations.

#### BIBLIOGRAFIA

- 1.- ABRUÑA, F., VICENTE CHANDLER, J. and SILVA, S. The effect of different levels on yields of intensively managed coffee in Puerto Rico. *The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico*. 43(3):141-146. 1959.
- 2.- ABRUÑA, F. et al. Effects of liming and fertilization on yields and foliar composition of high-yielding sun grown coffee in Puerto Rico. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico*. 49(4):413-428. 1965.
- 3.- AGUILAR, R. J. Resultados de la fertilización potásica en la producción de café. *El Café de El Salvador*. 35(386):11-24. 1965.
- 4.- ANANTH, B. R. Algunas tendencias en los ensayos de abonamiento en café. *Indian Coffee*. 30(8):7-11. 1966.
- 5.- CARANDANG, D. A. The effect of fertilizers on the yield of coffee in Matutum, Cotabato. *Philipp. Agric.* 45(7):365-370. 1961.
- 6.- FRANCO, C. M. et al. Manutenção do cafezal com adubação exclusivamente mineral. *Bragantia (Brasil)*, 19(33):523-546. 1960.
- 7.- GOMEZ, F. P. et al. Estudos sobre a alimentação do cafeeiro. XIV. Efeitos da adubação mineral e orgânica na produção e na composição das folhas. *Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"*. (Brasil), N<sup>o</sup> 22:117-129. 1965.
- 8.- JONES, P. A. Fertilizer, manure and mulch in Kenya coffee growing. *Emp. J. Exp. Agric.* 28(112):335-352. 1960. *Trop. Abstr.* 16(3):165. 1961.
- 9.- MACHADO, S. A. Algunos resultados experimentales con fertilizantes en café. *Cenicafé (Colombia)*, 9(7-8):157-198. 1958.
- 10.- MALAVOLTA, E. A. Adubação do cafeeiro no Brasil. *Bol. da Superintendencia dos Serviços do Café (Brasil)*, 34(383):9-18. 1959.
- 11.- MITCHELL, H. W. Agronomy (Informe de la Sección de Agronomía). *In* Tanganyika Coffee Board, Coffee Research Station. Research Report 1965. Lyamungu, 1968. pp. 13-14.
- 12.- PEREZ, V. et al. Nutrición del cafeto en Costa Rica. Informe de Progreso de 5 años de investigación. San José (Costa Rica), Ministerio de Agricultura y Ganadería. 1963. 35 p. (Boletín Técnico N<sup>o</sup> 43).
- 13.- RAMOS, R. P. and PAÑGILAN, B. Some studies on coffee cultural practices at the a Davao Experiment Station. *Coffee and Cacao Journal*. 5(9):184-186, 189. 1962.

- 14.- RODRIGUEZ, S. J. et al. Yield response of the Puerto Rico and columnaris coffee cultivars in two lotesoles of Puerto Rico, as affected by different levels of nitrogen, phosphorus, potassium and lime. *Journal of Agriculture of The University of Puerto Rico*. 48(3):255-262. 1964.
- 15.- TRIANA, B. J. V. Informe preliminar sobre un estudio de "modalidades del cultivo del cafeto". *Cenicafé (Colombia)*, 8(5):156-168. 1957.
- 16.- VAZ, J. T. Aspectos do fertilização em Angola. Luanda, Instituto do Café de Angola, 1965. 41 p.