

## ESTUDIO DEL CONTENIDO DE LOS PRINCIPALES PRODUCTOS DE LA FOTOSÍNTESIS EN PLANTAS DE Coffea arábica L. (VARIEDAD CATURRA) CULTIVADAS BAJO DIFERENTES DOSIS DE NITRÓGENO

VALDES, R.<sup>1</sup> y VENTO, H.<sup>1</sup>

### RESUMEN

Se realizó un estudio de la variación en el contenido de los principales productos de la fotosíntesis en una plantación de *Coffea arábica* L. (var. Caturra) de tres años de plantada y cultivada a plena exposición solar - con diferentes dosis de Nitrógeno, estableciéndose el comportamiento metabólico de las plantas para las etapas de floración, fructificación y - terminación de la cosecha. Se utilizó una técnica radioisotópica a partir del empleo del (<sup>14</sup>C), haciéndose la detección mediante la técnica de centelleo líquido. Para el tiempo de exposición empleado (30 min) y dadas las características metabólicas del cultivo, la mayor inclusión del (<sup>14</sup>C) aparece en los carbohidratos, seguida de los compuestos nitrogenados y los ácidos orgánicos; igualmente se destaca como la fertilización nitrogenada influye directamente en la síntesis de los compuestos nitrogenados, lo que provoca un consumo de los ácidos orgánicos utilizados en los procesos de síntesis de aminoácidos. Se resalta que en la etapa de determinación de la cosecha, se produce una disminución del contenido de carbohidratos y un aumento en el contenido de ácidos orgánicos, lo cual favorece los procesos de producción de la energía necesaria para que las plantas lleven a cabo un buen crecimiento vegetativo.

<sup>1</sup> Facultad de Agronomía, ISCAH, La Habana.

## INTRODUCCION

La inclusión del  $^{14}\text{C}$  en los productos de la fotosíntesis, se encuentra diferenciada y está en función del tiempo de exposición; reportándose por Petrukhin (1971) trabajando con papa y alfalfa, que la fracción de aminoácidos y la de carbohidratos aceptaron más  $^{14}\text{C}$  que la de los ácidos orgánicos.

Asimismo la influencia de la nutrición mineral sobre la fotosíntesis resulta ser importante. Alov (1971) destaca que la aplicación de dosis moderadas de K y de P junto con el N, contribuye a la intensificación de la fotosíntesis, a la acumulación de azúcares y a la síntesis de proteínas, lo que aumenta el ritmo de crecimiento de las plantas.

Al trabajar con plantas de café a plena exposición solar Vento (1974) encontró que con el aumento de la dosis de N se aumenta la intensidad de la fotosíntesis, el contenido de carbohidrato ( $^{14}\text{C}$ ), así como el contenido de aminoácidos y de proteínas en las hojas.

Igualmente puede expresarse que según sea la etapa fisiológica de los cultivos, será favorecida la síntesis de determinado producto fotosintético, según lo reportado por Lyaskovsky (1979) y Vasudeva (1979).

A partir de las consideraciones anteriores, se plantea la ejecución del presente trabajo, el cual tiene como objetivos:

- Estudiar el efecto de la fertilización nitrogenada sobre los productos principales de la fotosíntesis en plantas de café cultivadas a plena exposición solar.
- Analizar la inclusión del ( $^{14}\text{C}$ ) en los principales productos de la fotosíntesis, tomando en cuenta las diferentes etapas fisiológicas del cultivo.
- Conocer algunas posibles vías de interrelación metabólica de los principales productos de la fotosíntesis.

## MATERIALES Y METODOS

Se trabajó con una plantación de *Coffea arábica* L. (var. Caturra) - cultivada a plena exposición solar. El experimento se encuentra ubicado en el Area Central del I.N.C.A., Tapaste, sobre un suelo Ferralítico Rojo (Hernández y col., 1975) y fue diseñado en bloques al azar con 4 réplicas, empleándose en los tratamientos las siguientes dosis de nitrógeno: 0, 30, 60, 90, 120 y 150 g/plantón, todos con un fondo fijo de P y de K de 10 y 90 g/planta, respectivamente.

Estas dosis de nitrógeno fueron aplicadas en el momento del establecimiento de la plantación (1978) y al final de la etapa de floración de 1981.

Para los análisis se utilizaron las hojas comprendidas del 3ro-5to par de las ramas centrales, por ser las más representativas fisiológicamente (Carvajal, 1960).

Las muestras foliares se tomaron en las etapas de floración, fructificación y terminación de la cosecha (1981), efectuándose las determinaciones según la técnica planteada por Yordanov (1969). Como fuente de  $^{14}\text{C}$  se utilizó  $\text{Ba}^{14}\text{CO}_3(\text{s})$ , realizándose el fraccionamiento según:

Fracción alcohólica (80%): Azúcares, aminoácidos y ácidos orgánicos simples.

Fracción sulfosalicilica (1%): Almidones.

Fracción perclórica (5%): Ácidos nucleicos y nucleótidos.

Fracción HCl (2%): Hemicelulosa.

Fracción KOH (0.5N): Proteínas.

El tiempo de exposición ante la corriente de  $^{14}\text{CO}_2$  fue de 30 min. y la detección de los productos marcados se hizo mediante la técnica de centelleo líquido, utilizándose un equipo ULTRA Beta (LKB 1210 Wallac); el coctel de centelleo utilizado estaba formado por: Dioxano (180 ml), Tolueno (1l), PPO (4 g), POPOP (50 mg).

## RESULTADOS Y DISCUSION

El comportamiento general en la inclusión del ( $^{14}\text{C}$ ) en los principales productos de la fotosíntesis, podemos denotarlo en la Tabla No. 1.

Tabla No. 1: DISTRIBUCION RELATIVA DEL ( $^{14}\text{C}$ ) EN LOS PRINCIPALES PRODUCTOS DE LA FOTOSINTESIS (% RELATIVO).

Dosis Ng/pl.	Fr. Alcoh.	Fr. Sulfos.	Fr. Percl.	Fr. HCl	Fr. KOH
0	90,7	3,2	3,6	1,3	1,2
30	91,8	3,3	2,3	1,3	1,3
60	87,1	7,1	2,8	1,6	1,4
90	80,6	12,0	4,2	1,6	1,6
120	82,5	8,5	5,3	1,5	2,2
150	81,4	9,9	5,9	1,1	1,7

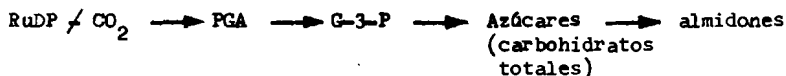
La mayor inclusión del ( $^{14}\text{C}$ ) aparece en la Fr. alcohólica, ya que para el tiempo de exposición ante el  $^{14}\text{CO}_2$  (30 min.) la mayor cantidad de productos orgánicos sintetizados aparece en formas estructurales simples; mientras que los menores contenidos aparecen en las fr.HCl y KOH que poseen sustancias macromoleculares que se sintetizan en menor cantidad para el tiempo de fijación analizado.

Estos resultados ratifican los reportados por Vento (1974) trabajando con el mismo cultivo en condiciones controladas.

Igualmente resulta importante destacar que la incorporación del ( $^{14}\text{C}$ ) en los almidones es relativamente baja, comparándola con los resultados planteados por Wardlaw y Marshall (1976); lo que a su vez nos permite plantear la posibilidad de que esa situación sea provocada por el hecho de que la vía de síntesis fundamental de las plantas de café sea del tipo C-3, acorde con los planteamientos reportados por los referidos autores.

Al estudiar la dinámica en el metabolismo de síntesis de las plantas objeto de estudio, podemos expresar los siguientes elementos: En cualquier

etapa estudiada, el mayor contenido de compuestos ( $^{14}\text{C}$ ) se detecta en los carbohidratos, seguido de los compuestos nitrogenados y por último en los ácidos orgánicos (Figuras No. 1, 2 y 3). Estos resultados están en concordancia con los reportados por (Vento, 1974) trabajando en este mismo cultivo, y permiten plantear que la vía de síntesis para el café puede ser análoga a la planteada por Hovárth y Szász (1965), los cuales plantean que a altas intensidades luminosas (en nuestro caso aproximadamente 40,000 luxes), la vía que se ve favorecida en plantas del tipo C-3 es:



Un hecho importante a destacar lo encontramos en que la segunda aplicación de fertilizante efectuada a la plantación (a final de la floración de 1981), influye decididamente en el incremento en la síntesis de los compuestos nitrogenados (Figura No. 2), siendo más marcado ese incremento con las altas dosis de nitrógeno, resultados estos concordante con los planteados por Wada 1971). Otro aspecto destacado es que al pasar de la etapa de floración a la fructificación, se produce un ligero decremento en el contenido de ácidos orgánicos (Figura No. 3), producto de dos posibles circunstancias: en primer lugar que se produzca un rápido consumo de su esqueleto carbonado para provocar la síntesis de aminoácidos, y en segundo lugar producto de que ya en esta fase debido a que el fruto está formado y comienzan a aparecer los primeros síntomas de la maduración, disminuye la intensidad del proceso respiratorio, y por lo tanto se ve un tanto disminuido el ritmo de síntesis de estos compuestos orgánicos. Para la etapa de terminación de la cosecha, nuevamente se ve favorecida la síntesis de estos compuestos, básicamente por el hecho de que las plantas comienzan a recuperarse del stress producido por la cosecha, y en esta fase de intenso crecimiento vegetativo se ven estimulados los procesos respiratorios a nivel celular, de aquí que se priorice la síntesis de los referidos compuestos.

Es de señalar que en los tratamientos con las elevadas dosis de nitrógeno, tiende a ser menor el contenido de ácidos orgánicos, mientras se

incrementa considerablemente la síntesis de compuestos nitrogenados, básicamente los aminoácidos (Figura No. 4); esto nos ratifica que en esta situación metabólica, las plantas hacen una mayor utilización degradativa de los ácidos orgánicos, con el fin de estabilizar el ritmo de síntesis de los aminoácidos. Estos resultados ratifican lo planteado por - Steer (1973).

Con respecto al contenido de azúcares libres (Figura No. 5) se percibe una disminución en la inclusión del ( $^{14}\text{C}$ ) en estos compuestos, a partir del suministro de una segunda aplicación del fertilizante nitrogenado, producto de que al estar favorecido el metabolismo de síntesis de los compuestos nitrogenados, los esqueletos carbonados sirven de base para la síntesis de los referidos compuestos, con el objetivo de compensar adecuadamente las condiciones existentes, en dicho momento, a nivel celular, resultados estos concordantes con los planteados por Kundra y Sircio (1970).

Al analizar el comportamiento metabólico en la síntesis de los productos fundamentales de la fotosíntesis, a partir de la inclusión en ellos del ( $^{14}\text{C}$ ) (Figura No. 6), encontramos dos respuestas marcadamente diferentes: las plantas de los tratamientos con dosis de 0, 30 y 60 g.N/pl. tienen una respuesta equivalente entre sí y diferente a su vez, a la encontrada para los tratamientos con dosis de 90, 120 y 150 g.N/pl. Básicamente esa respuesta viene dada por el hecho de que las plantas tratadas con las dosis más elevadas de Nitrógeno, hacen una utilización más efectiva del referido elemento con el objetivo de incrementar la síntesis de compuestos nitrogenados, respuesta que se obtiene fundamentalmente a partir del suministro de una nueva aplicación del fertilizante a la plantación. Este hecho metabólico de priorizar la síntesis de compuestos nitrogenados provoca una adaptación en las restantes vías de síntesis en el metabolismo intermediario, de forma tal que se garantice el suministro de los esqueletos carbonados para la síntesis de los referidos compuestos; resultados éstos que ratifican los planteamientos realizados por Bonner y Varnér (1976 y Lehniger (1979)).

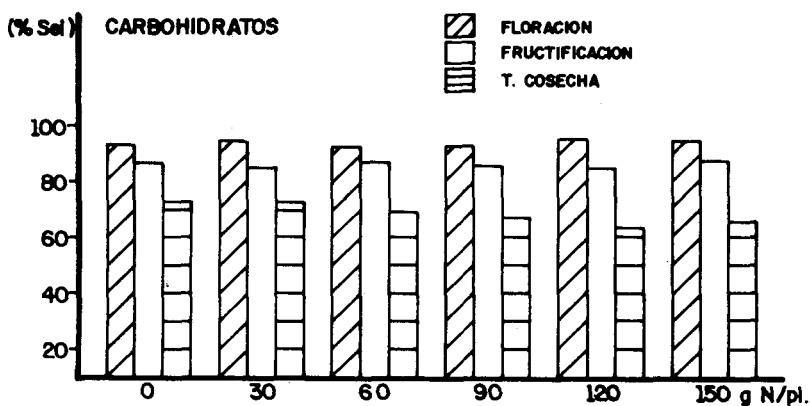


Figura No. 1: DISTRIBUCION DEL ( $^{14}\text{C}$ ) EN LOS CARBOHIDRATOS PARA LAS DIFERENTES ETAPAS FISIOLÓGICAS (% RELATIVO).

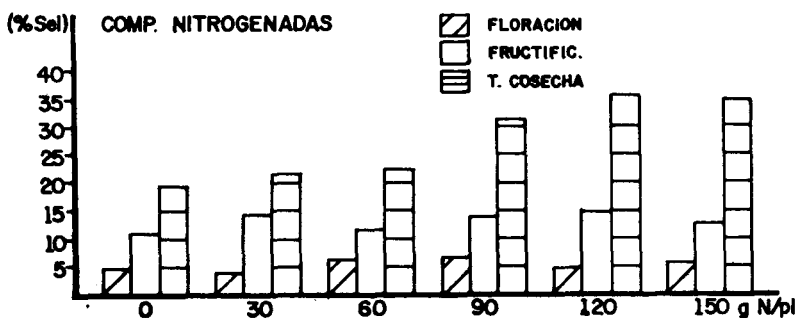


Figura No. 2: DISTRIBUCION DEL ( $^{14}\text{C}$ ) EN LOS COMP. NITROGENADOS PARA LAS DIFERENTES ETAPAS FISIOLÓGICAS (% RELATIVO).

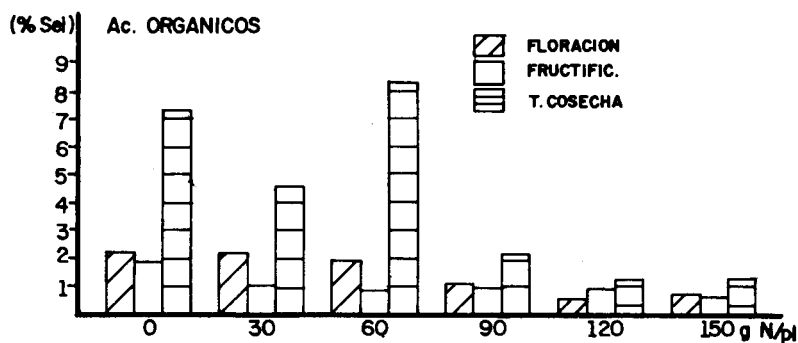


Figura No. 3: DISTRIBUCION DEL ( $^{14}\text{C}$ ) EN LOS ACIDOS ORGANICOS PARA LAS DIFERENTES ETAPAS FISIOLÓGICAS (% RELATIVO).

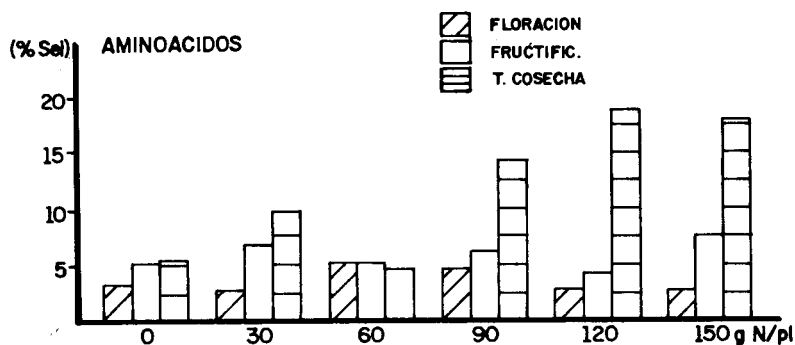


Figura No. 4: DISTRIBUCION DEL ( $^{14}\text{C}$ ) EN LOS AMINOACIDOS PARA LAS DIFERENTES ETAPAS FISIOLÓGICAS (% RELATIVO).



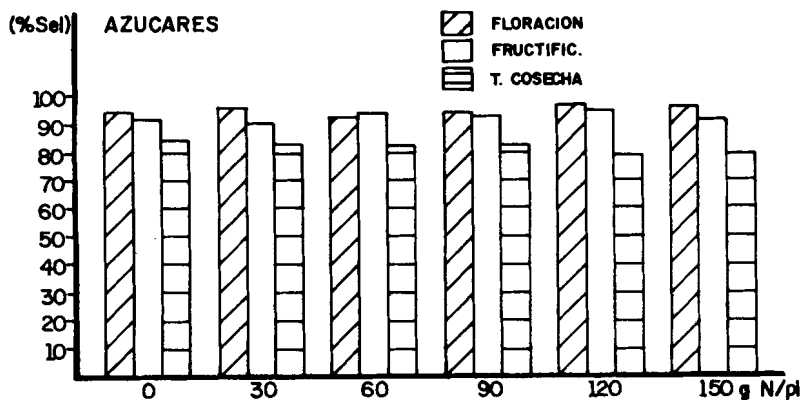


Figura No. 5: DISTRIBUCION DEL ( $^{14}\text{C}$ ) EN LOS AZUCARES SIMPLES PARA LAS DIFERENTES ETAPAS FISIOLÓGICAS (% RELATIVA).

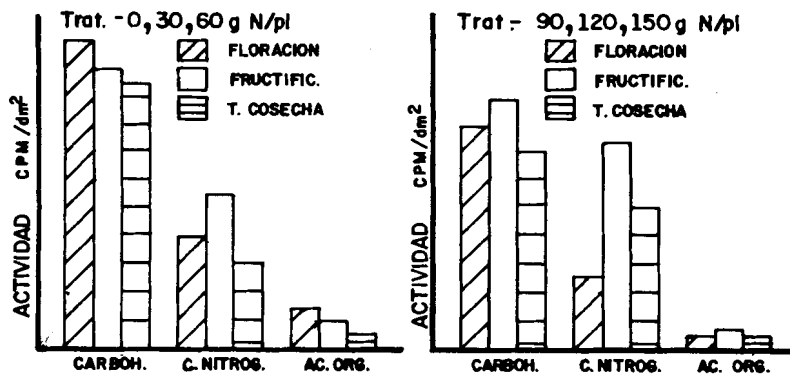


Figura No. 6: COMPORTAMIENTO METABOLICO DE LAS PLANTAS.

## CONCLUSIONES

A partir de las consideraciones anteriormente expresadas, se puede -  
llegar a concluir que:

- Para el tiempo de fijación empleado (30 min.), la mayor inclusión -  
del ( $^{14}\text{C}$ ) aparece en las estructuras orgánicas simples: azúcares, -  
aminoácidos y ácidos orgánicos.
- Los compuestos orgánicos que se sintetizan en mayor cantidad son -  
los carbohidratos, seguida de los compuestos nitrogenados y los - -  
ácidos orgánicos.
- La fertilización nitrogenada influye más marcadamente en la sínte-  
sis de los compuestos nitrogenados.
- La fertilización nitrogenada aplicada al concluir la etapa de flo-  
ración, influye positivamente en el estado general recuperativo de  
las plantas al terminar la cosecha.
- La fertilización nitrogenada influye en el metabolismo de síntesis  
de las plantas de café, favoreciendo determinadas vías metabólicas  
según las dosis nitrogenadas suministradas.

## REFERENCIAS

- ALOV, A., 1971. Factores de la eficacia de los fertilizantes. Universi-  
dad de La Habana, Cuba, p. 42-45.
- BONNER, J. y VARNER, J., 1976. Plant Biochemistry 3th. Edition Academic  
Press (N.Y.; S. Fco.; Londres), p. 507-560.
- CARVAJAL, J., 1960. Estudio de las deficiencias de N, K, Mg, B, Mn en -  
plantas de café, Rev. Biol. Trop. 8(2), 165-179.
- HERNANDEZ, A.; PEREZ, J.; ASCANIO, O.; ORTEGA, F.; AVILA, L.; CARDENAS,  
A.; OBREGON, A.; MARRERO, A.; RUIZ, J.; BOSCH, D.; RIVEROL, -  
M.; COMPANION, N.; VILLEGAS, R.; CUELLAR, I. y CASTELLANOS, M.  
1975. II Clasificación Genética de los Suelos de Cuba, Rev.-  
Agric. Año VIII(1), 47-69.
- HORVATH, I. y SZASZ, K., 1965. Effect of light intensity on the metabo-

- lic pathways in photosynthesis, *Nature* 207, 546-547.
- KUNDRA, K. y SIRCAO, S., 1970. Comunicación sobre los efectos que ejercen las fuertes aplicaciones de N y K sobre los contenidos de lignina y celulosa en plantas de arroz en diferentes fases del crecimiento, *Rev. Potasa*, 49, Secc. 16, p. 1-8.
- LEHNINGER, A., 1979. *Bioquímica*, Edit. Pueblo y Educación, Cuba, p. 571-598; 705-738.
- LYASKOVSKY, M., 1979. Peculiarities of carbohydrate metabolism in wheat cultivated on high nutrition backgrounds. *Mineral Nutrition - Plants*, Vol. 1, 361-372, Sofia, Bulgaria.
- PETRUKHIN, Yu., 1971. Products of photosynthesis and their subsequent metabolism in light and shatk. *Uch. Zap. Perm. Gos. Ped. Inst.* - 98, 75-78.
- STEER, B., 1973. Diurnal variations in photosynthetic products and Nitrogen metabolism in expanding leaves, *Plant Physiology* 51, 744-748.
- VASUDEVA, N., 1979. The role(s) of carbohydrates in growth and development of coffee. *Indian Coffee*, 43(5), 20-25.
- VENTO, H., 1974. Influencia de la intensidad de la luz en combinación con la nutrición mineral sobre el crecimiento, fotosíntesis y algunos aspectos del metabolismo del N en plantas jóvenes de café (*Coffea arábica* L. var. Caturra). Tesis de Candidatura, - Universidad de Sofia, Bulgaria.
- WADA, Y., 1971. Renewal of tobacco leaf. V. Change of carbon dioxide - fixation by enzymes and of aminoacids in the leaf by Nitrogen supply at the maturing stage. *C.A. Vol. 75*, 19264 j.
- WARDLAW, I.; MARSHALL, C., 1976. Assimilate movement in *Lolium* and *Sorghum* leaves. II. Irradiance effects on the products of photosynthesis, *Abst. J. Plant Physiol.* 3, 389-400.
- YORDANOV, Y., 1969. Técnica del Laboratorio de Radioisótopos, *Inst. Fis. Veg. Academia de Ciencias*, Bulgaria.

## ABSTRACT

A STUDY ON THE CONTENT OF MAIN PHOTOSYNTHETIC PRODUCTS IN C. ARABICA L. TREES (CATURRA VAR.) GROWN UNDER DIFFERENT DOSES ON NITROGEN.

A study was performed on the content variation of main photosynthetic products in a 3-year-old *Coffea arabica* L. (Caturra variety) plantation grown at full sunlight with different nitrogenous doses. The metabolic behaviour of plants was fitted for flowering, fruiting and harvest ending stages. A radioisotopic technique was used, starting from ( $^{14}\text{C}$ ) besides a detection undertaken by a liquid scintillation technique. Taking into account the time of exposure (30 min.) and metabolic characteristics of the crop, the greatest ( $^{14}\text{C}$ ) inclusion appears in carbohydrates, followed by nitrogenous compounds and organic acids; likewise, nitrogenous fertilization is notable as it influences directly on nitrogenous compound synthesis, which provokes an organic acid consumption for the process of aminoacid synthesis. It is evident that at harvest ending, there is a carbohydrate content decrease and an organic acid content increase, which enhance the energy-producing processes, necessary for the plants to achieve a nice vegetative growth.

Manuscrito recibido el 30/XII/83.