

ACUMULACION DE NPK POR EL GIRASOL (*Helianthus annuus* L.) EN UN MOLLISOL DEL VALLE DEL CAUCA

Gloria Ortiz R. *

Gilberto Bastidas R. *

COMPENDIO

El estudio se realizó en un suelo de la serie Palmira (PL), clasificado como Pachic Haplustol, de textura franco-arcillosa, pH 6.4, 3.0 % de materia orgánica, 63.9 ppm de P y 0.43 meq de K/100 g de suelo. Se utilizó el híbrido comercial DO-664 adelantando muestreos de hojas, tallos, botones, capítulos y semillas a los 20, 40, 60 y 80 días después de la emergencia, analizándose químicamente y determinándose la concentración de N, P y K. Los resultados indicaron mayor concentración de nitrógeno (3.19%) en hojas y de potasio (5.4%) en tallos a los 40 días de emergencia, mientras que el fósforo (0.96%) fué en la semilla a los 80 días. La secuencia de absorción de elementos a los 80 días en kg/ha fue de 166.2 para potasio, 69.2 para nitrógeno y 16.7 para fósforo, indicando que para fertilizar con N y P se debe fraccionar el producto hasta los 40 días, mientras que para K hasta los 60 días.

ABSTRACT

A field experiment was conducted to determine macronutrient concentration and amount of NPK absorbed by the different parts of the sunflower plant. The soil used was of the Palmira Serie (PL) classified as Pachic Haplustol of clay-loam texture, pH 6.4, 3.0% O.M., 63.9 ppm of P and 0.43 meq of K/100 g of soil. The comercial hybrid DO-664 was used, leaf, stem, bud, capitulum and seed samples wer taken 20, 40, 60 and 80 days post-emergence, chemicaly analized and N, P, K concentration determined. Results indicated more nitrogen concentration (3.19%) in leaves and potassium (5.4%) in the stems 40 days after emergence, while phosphorus (0.96%) was greatest in seed at 80 days. The order of absorbtion of the elements at 80 days in kg/ha was: K, 166.2; N, 69.2 and P, 16.7. This indicates that N and P fertilization should be fractionated up to day 40, while for K up to day 60.

INTRODUCCION

A partir de 1984 empezó la producción comercial de girasol (*Helianthus annuus* L.) en Colombia con la siembra de 350 hectáreas en monocultivo e intercalado con caña; se obtuvo una producción promedio de 1.8 t/ha en el caso de monocultivo. En el mismo año se inició la investigación, con la evaluación de híbridos en diferentes pisos térmicos.

Durante el período vegetativo del girasol la concentración de N en la hoja es aproximadamente dos veces mayor que en el tallo y disminuye hacia la maduración de la planta en ambos órganos, debido a su traslocación a capítulos y semillas. La concentración de P en las hojas y tallos aumenta ligeramente hasta el comienzo de la floración, tras lo cual desciende gradualmente hasta la madurez; en las semillas también au

menta hasta la madurez. La concentración de K es mayor en los tallos, en donde aumenta hasta la floración, después disminuye hasta la formación de las semillas; en las hojas aumenta hasta finales de la floración y disminuye hasta la maduración (Vranceanu, 1977). El cuadro 1 muestra la concentración de macronutrientes en la parte aérea (planta entera de girasol) durante diferentes estados de desarrollo.

A medida que aumenta la masa vegetativa disminuye el contenido de NPK; esto muestra el efecto de dilución de nutrientes cuando aumenta o se acumula la materia seca de la planta y también, una traslocación de nutrientes de órganos vegetativos a órganos reproductivos (Machado, 1979; citado por Sfredo *et al*, 1984).

* Instituto Colombiano Agropecuario - ICA. A.A. 233 Palmira, Valle del Cauca.

En el Cuadro 2 se indican los resultados de concentración de NPK en el tercio foliar del girasol obtenidos al inicio de la floración, para fines de diagnóstico.

Estos límites son un índice en cuanto a concentraciones óptimas en las hojas y se pueden considerar como suficientes para el desarrollo de las plantas de girasol (Sfredo et al, 1984).

La absorción de N por el girasol es más intensa en la fase inicial de desarrollo y cesa prácticamente cuando termina la floración. En la fase de formación del capítulo la planta contiene un 63% de la cantidad de N requerida y entre la fase de 4 a 5 pares de hojas (30 días) y la floración (80 días) absorbe un 70 - 90 % del N necesario para su desarrollo.

Aunque el girasol extrae el P del suelo durante todo el período vegetativo, entre la diferenciación de los primordios florales y el final de la floración, absorbe un 60 - 70% del P necesario para su desarrollo. En cuanto a K, hasta la floración absorbe un 75% de la cantidad total (Vranceanu, 1977).

Mil kg de semillas de soya extrajeron más N (77 kg) que el girasol (52) el trigo y el millo (29). En el caso del P, el girasol extrae el doble (26 kg) que la soya (14), más del triple que el trigo (8) y 5 veces más que el millo (5 kg). El girasol supera a los demás cultivos en la extracción de K (51 vs 38 de soya, 36 de millo, 10 de trigo) (Sfredo et al 1984).

Los resultados de extracción de nutrientes por la parte aérea del girasol (Cultivar Peredovick) en un Vertisol del Valle del Guadalquivir (España), sin aplicación de fertilizantes, muestran que el N se acumuló principalmente en la semilla que contenía el 65% del N total y el resto se repartió entre los capítulos, hojas y tallos; la cantidad total acumulada por hectárea fue 97.95 kg. A semejanza del N, el P se acumuló en su mayoría en las semillas (73.3%) la cantidad total acumulada fué 17.4 kg P/ha. Las hojas fueron los órganos con un mayor contenido en K, (5.44%) seguidas de los capítulos y tallos; en la semilla se encontraron los porcentajes menores. La

extracción total de K en estos suelos fue 309.3 kg/ha (González, 1979).

Sfredo et al (1985 1985a), en el trabajo realizado para estudiar la producción de materia seca y la concentración de macronutrientes en diferentes partes de la planta de girasol, encontraron la siguiente secuencia de acumulación de macronutrientes (kg) para una producción de 1000 kg de grano, en orden descendente: K(131) > N(81) > Ca(60) > Mg(19) > P(13) > S(4).

Los estudios en requerimientos de nutrientes en girasol como función de la edad han recibido poca atención y no se conocen en relación con los híbridos adaptados a las condiciones de Colombia y en especial para el Valle del Cauca (Palmira. Para definir la cantidad y la época de aplicación de los fertilizantes es necesario conocer la edad de la planta en la cual ocurre la mayor demanda de nutrientes.

Los objetivos de este estudio fueron:

1. Determinar la concentración de macronutrientes NPK en los diferentes estados de desarrollo, en condiciones naturales de fertilidad.
2. Determinar la cantidad total de NPK absorbido por diferentes partes de la planta y en diferentes estados de desarrollo.

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

En el Centro de Investigación Palmira del Instituto Colombiano Agropecuario ICA, se estudió la absorción de N, P y K en los diferentes estados de desarrollo del cultivo de girasol, sin fertilizar. El suelo en donde se adelantó la experimentación pertenece a la serie Palmira (PL) clasificado como un Pachic Haplustol, presentaba las siguientes características físico-químicas: textura franco-arcillosa, pH 6.4, 3.0% de materia orgánica, 63.9 ppm de P y 0.43 meq K/100 g de suelo. La parcela experimental constaba de 4 surcos, de 6 metros de largo por 0.70 m entre surcos; se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con 4 repeticiones. El material vegetal sembrado fue

CUADRO 1. Contenido de N, P y K, en porcentaje de materia seca de la parte aérea (hojas, tallos, flores y capítulos) de plantas enteras de girasol en diferentes estados de desarrollo.

Días después de emergencia	Porcentaje de materia seca					
	Plantas enteras			Hojas		
	N	P	K	N	P	K
15	4.40	0.45	6.82	4.83	0.50	6.37
30 (1er botón floral)	3.58	0.38	5.50	4.38	0.43	4.94
45	3.34	0.27	3.33	4.65	0.27	2.87
60 (inicia floración)	1.79	0.25	1.67	3.31	0.39	2.06
75	1.30	0.27	1.84	2.42	0.39	2.80
90 (plena fructífera)	1.11	0.20	1.36	1.29	0.32	1.81

Fuente: Machado (1979) citado por Sfredo et al (1984).

CUADRO 2. Concentraciones óptimas de Nitrógeno, Fósforo y Potasio en hojas de girasol al inicio de floración.

Nutriente	Concentraciones (%) en las hojas	
	Machado (1979)	Sfredo (s.f)
Nitrógeno (N)	3.04 - 2.27	3.32 - 3.97
Fósforo (P)	0.35 - 0.45	0.36 - 0.44
Potasio (K)	2.06 - 2.91	3.00 - 3.86

Fuente: Sfredo et al, 1984.

el híbrido DO-664, híbrido comercial para el Valle del Cauca.

Se adelantaron muestreos de plantas a los 20, 40, 60 y 80 días después de la emergencia, separando en hojas, tallos, botones, capítulos y semillas. Las muestras se secaron en estufa a 70 °C por 48 horas y así se obtuvo el peso seco para cada estructura. El material vegetal se analizó químicamente para determinar la concentración de N, P y K en las diferentes partes de la planta; la absorción de cada elemento se determinó mediante la relación:

Absorción del Elemento = (Concentración del elemento - tejido) x (Peso seco tejido)

RESULTADOS Y DISCUSION

Concentración de N, P y K en diferentes épocas de desarrollo.

La concentración de N fue mayor en hojas que en tallos, disminuyó hacia la madurez en ambos órganos (Cuadro 3), debido a la traslocación hacia botones, capítulos y semillas (Vranceanu, 1977). En hojas, la mayor concentración de N (3.19%) se encontró a los 40 días; para tallos fue 3.01% a los 20 días. Machado (1979), citado por Sfredo *et al* (1984), reportó un contenido de 4.38% de N en hojas a los 30 días. En relación con el N y K, el P fue el elemento que se encontró en menor concentración en la planta. La semilla, botones y capítulos fueron los órganos que lo tuvieron en mayor proporción (0.96, 0.89 y 0.80% de P) siguiendo en orden hojas y tallos. En todos los órganos se manifestó una tendencia a disminuir las concentraciones de P a medida que transcurrió el ciclo vegetativo; la menor concentración 0.05% se presentó en los tallos a los 80 días, lo cual indica que el P es traslocado a la semilla. La mayor concentración del P para hojas y tallos (0.70 y 0.55% respectivamente) se encontró a los 40 días.

De los elementos mayores el K es el que se encontró en mayor proporción. Para hojas y tallos el valor más alto fue 4.88 y 5.40% a los 60 y 40 días respectivamente. El K en los tallos

aumentó hasta el inicio de la floración, luego disminuyó y permaneció constante en la madurez. Los contenidos de N, P y K en las hojas a los 60 días (floración) fueron 2.88, 0.64 y 4.88% para cada elemento, los cuales son bajos en N y altos para P y K comparados con los valores que reporta Sfredo *et al* (1984), quienes encontraron que el rango de concentraciones óptimo en las hojas al empezar la floración (56 días) fue de:

N = 3.18 - 3.5%; P = 0.38 - 0.40% y
K = 3.13 - 3.18%.

Absorción de N, P y K

La mayor acumulación de N (31.0 kg/ha) ocurrió en las hojas a los 60 días; a partir de este momento, la absorción disminuyó siendo trasladado a los capítulos (30.1 kg/ha) y sobre todo para las semillas, las cuales presentan la mayor absorción de N (33.2 kg/ha) a los 80 días (Figura 1). Gachon (1972), citado por Sfredo *et al* (1984), observó que la máxima acumulación de N en las hojas ocurrió a los 70 días después de la emergencia, disminuyendo a partir de ese momento.

La mayor acumulación de P (Figura 2) en las hojas (6.9 kg/ha) se encontró a los 60 días; en tallos ocurrió a los 40 días (6.7 kg/ha); en capítulos a los 60 días después de la emergencia (7.7 kg/ha). La mayor acumulación de P la presentaron las semillas (10.3 kg/ha) a los 80 días, lo cual indica alta traslocación de P de hojas y tallos a la semilla. Los resultados de absorción de P por las hojas concuerdan con lo reportado por Machado (1979), citado por Sfredo *et al* (1984), quien indica una máxima acumulación de P a los 60 días en hojas y a los 90 para tallos y capítulos.

Para K (Figura 3) la máxima acumulación (86.7 kg/ha) ocurrió en tallos a los 60 días y luego se presentó un ligero descenso; le siguen en orden las hojas en donde también ocurre la mayor absorción (52.6 kg/ha) a los 60 días (floración).

CUADRO 3. Concentraciones (%) de N, P y K en los diferentes órganos de la planta de girasol DO-664 y en las épocas de desarrollo.

Elemento	Tiempo de muestreo	Concentración (%)				
		Hojas	Tallos	Botones	Capítulos	Semillas
N	20	1.64	3.01	--	--	--
	40	3.19	1.88	2.71	--	--
	60	2.88	0.57	--	3.13	--
	80	1.68	0.50	--	1.39	3.08
P	20	0.37	0.55	--	--	--
	40	0.70	0.55	0.89	--	--
	60	0.64	0.24	--	0.80	--
	80	0.27	0.05	--	0.32	0.96
K	20	4.83	3.43	--	--	--
	40	1.80	5.40	2.62	--	--
	60	4.88	4.65	--	1.94	--
	80	4.85	4.60	--	3.89	1.15

CUADRO 4. Absorción total de N, P y K por el girasol (DO-664) en diferentes etapas de su desarrollo en un Mollisol del CI - Palmira (Valle del Cauca).

Epocas de Desarrollo (Días)	Absorción Total (kg/ha)		
	N	P	K
20	1.575 c	0.449 c	4.598 c
40	46.034 b	11.885 b	79.000 b
60	71.743 a	19.061 a	157.900 a
80	69.927 a	16.724 a	166.243 a
Significancia	1%	1%	1%
DMS 0.05% (kg/ha)	15.4	3.6	41.0

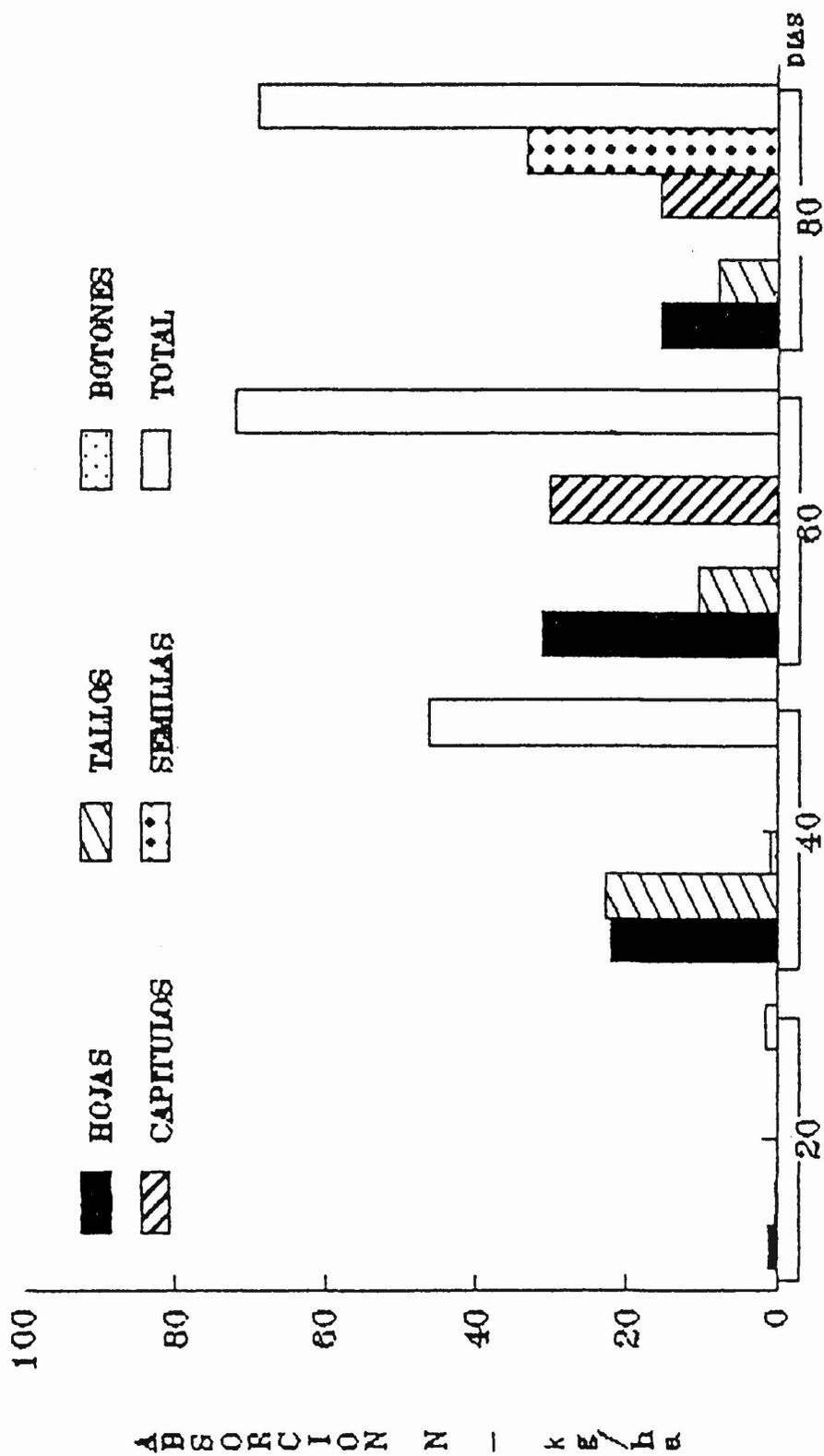


FIGURA 1. Absorción de N en condiciones de no fertilización por el híbrido de girasol DO-664

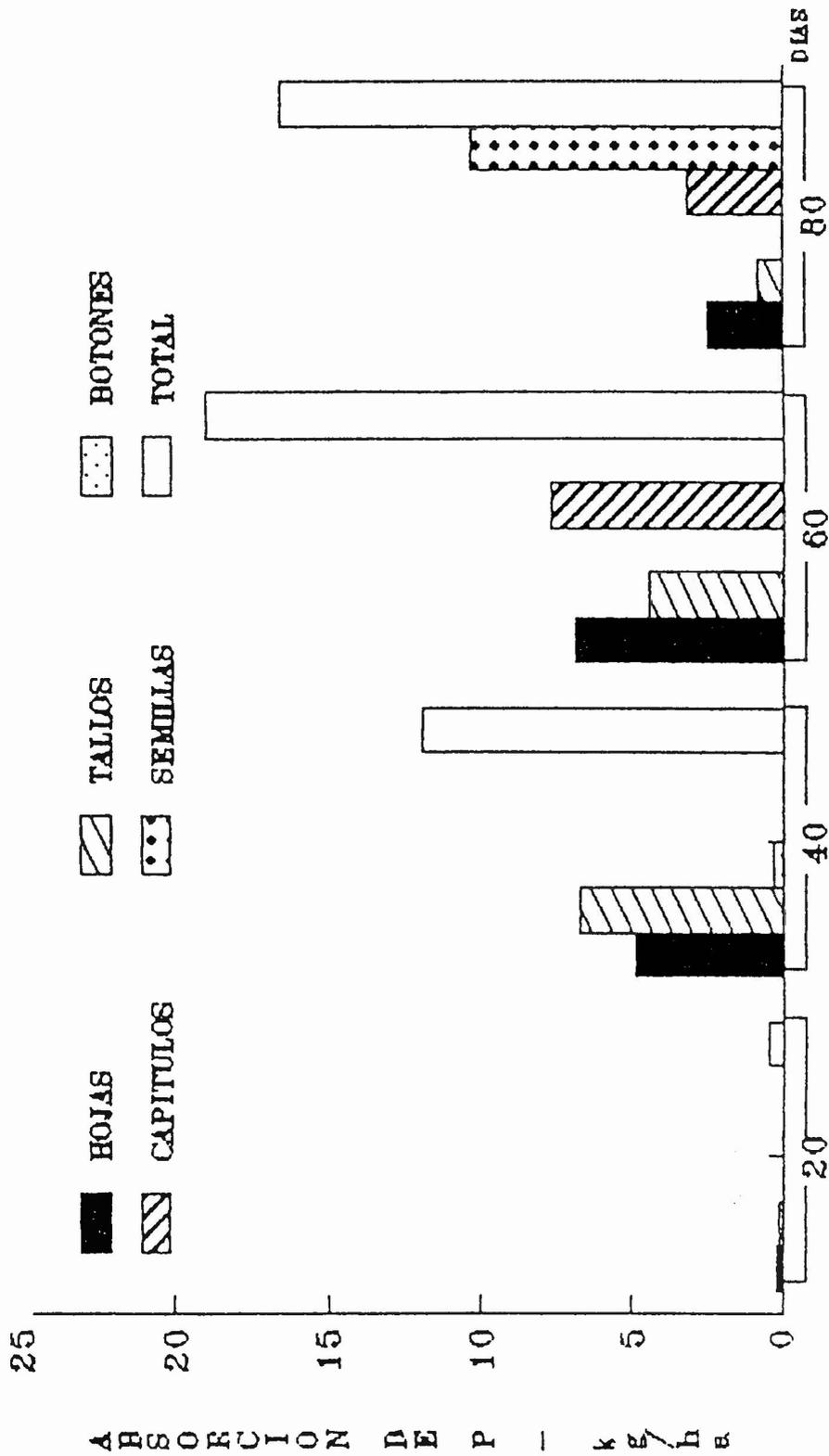


FIGURA 2. Absorción de P en condiciones de no fertilización por el híbrido de girasol DO-664

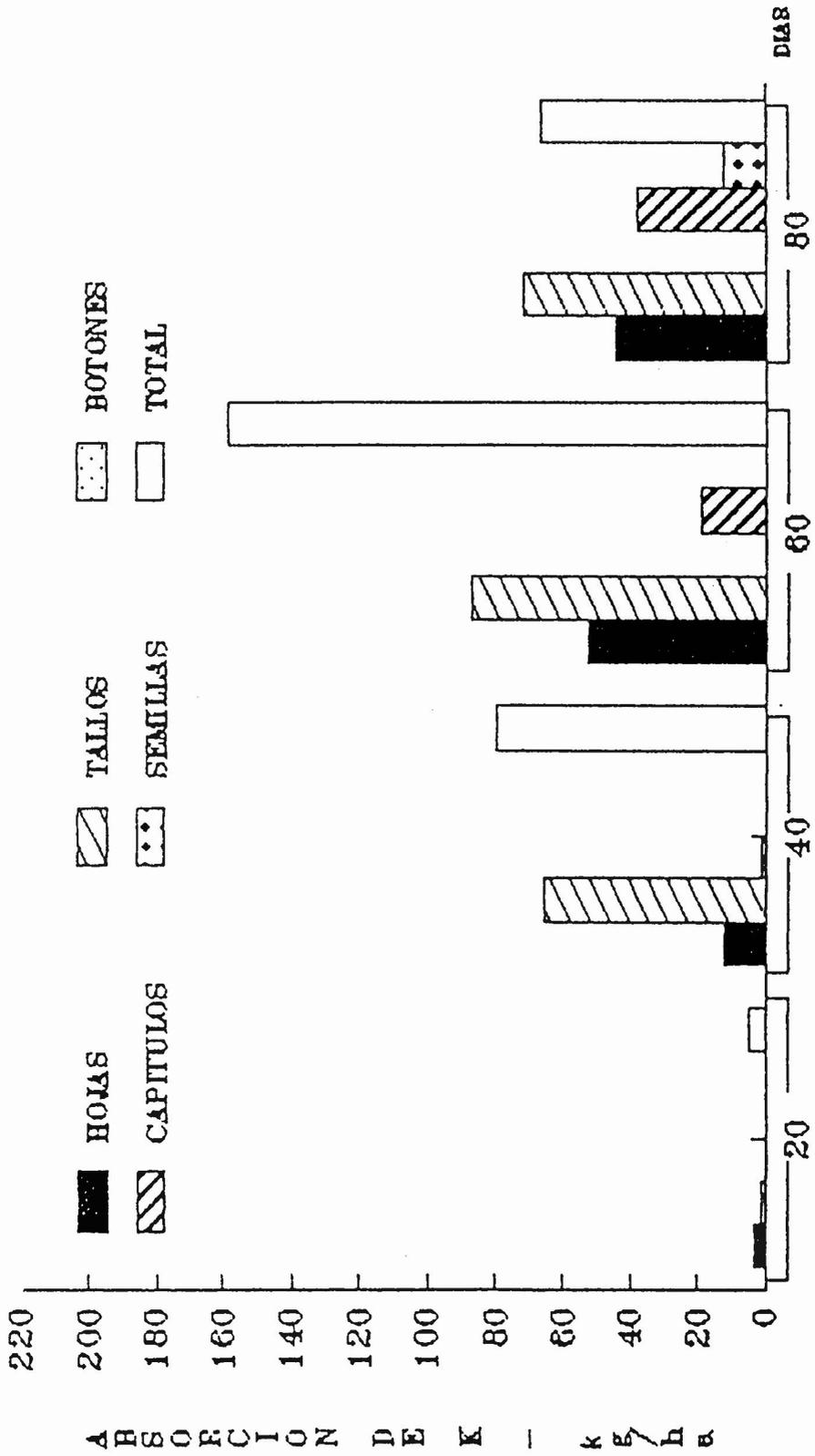


FIGURA 3. Absorción de K en condiciones de no fertilización por el híbrido de girasol DO-664

Absorción total de N, P y K a los 80 días

En el estado de madurez fisiológica (80 días), el N se acumuló principalmente en las semillas que aportaron el 47.5% (Figura 1) del total absorbido (69.9 kg/ha); el resto se repartió en hojas (21.9%), capítulos (19.4%) y tallos (11.1%).

El P, a semejanza del N, se acumuló en su mayoría en las semillas (Figura 2) que aportaron 61.8% del total absorbido (16.7 kg P/ha); el resto fue aportado por capítulos, (18.7 %), hojas (14.8%) y tallos (4.7%).

La mayor cantidad de K absorbido (Figura 3) correspondió a los tallos (43%), siguiéndole las hojas (26.6%), capítulos (22.8%) y semillas (7.5%) para un total de 166.2 kg/ha extraídos del suelo por el girasol.

Considerando la planta entera, la máxima absorción de N (71.7) y P (19.1 kg/ha) ocurrió a los 60 días; la de K (166.2 kg/ha) a los 80 días (Cuadro 4).

Para cada uno de los elementos se encontraron diferencias altamente significativas entre épocas de absorción. Sfredo et al (1985a), trabajando con el híbrido Contissol y la variedad Guayacan, encontraron la máxima acumulación de N, P y K entre 70 y 90 días después de la germinación para las diferentes partes de la planta.

La secuencia de absorción (kg/ha) por las plantas de girasol DO-664 sin fertilización y para un rendimiento del 1496 kg/ha fue: K (166.3) > N(69.9) > P(16.7), secuencia que concuerda con lo encontrado por Sfredo et al (1985a) para una producción de 1000 kg/ha de semillas: K(131) > N(81) > P(13).

De acuerdo con las épocas de mayor absorción encontradas en este trabajo, la aplicación de fertilizantes nitrogenados y fosfóricos se debe hacer fraccionada hasta los 40 días y la de los fertilizantes potásicos hasta los 60 días.

Las variaciones en las cantidades totales de nutrientes extraídos por el girasol DO-664 con lo que muestra la literatura, se pueden deber a las

diferentes condiciones de fertilidad del suelo en que se realizó el experimento, a diferencias en el metabolismo y a la longitud del período vegetativo del cultivar estudiado.

BIBLIOGRAFIA

1. GONZALEZ F., P. Estimación de la composición de la materia seca producida por plantas de girasol cultivadas en secano. Anales del Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. Córdoba. p. 174-181. 1979. (Serie Producción Vegetal, 11).
2. SFREDO, G. J.; CAMPO, R.J.; SARRUGE, J.R. Girasol nutricao mineral e adubacao. Londrina: EMPRAPA, 1984. (Circular Técnica, 8).
3. _____. Dry matter production and macronutrients concentration in two cultivars of sunflower (*Helianthus annuus* L.) under field conditions. p. 183-188. In: Asagir. XI International sunflower conference. Mar del Plata, Argentina. (Tomo I: nutrición). 1985.
4. _____. Acumulation of macronutrients by two cultivars of sunflower (*Helianthus annuus* L.) under field conditions. p. 189-194. In: Asagir. XI International sunflower conference. Mar del Plata, Argentina. (Tomo, I). 1985a.
5. VRANCEANU, A.V. El Girasol. Traductor A. Guerrero G. Madrid: Mundi-Prensa, 1977. 375 p.