



FERTILIZACION DEL GIRASOL

GLORIA ORTIZ RAMIREZ

24846

BIBLIOTECA AGROPECUARIA
DE COLOMBIA

26 MAR. 2012

60220

FERTILIZACION DEL CULTIVO DE GIRASOL (Helianthus annuus L.)

Por: Gloria Ortiz Ramírez **

1 - INTRODUCCION

El girasol (Helianthus annuus L.) es uno de los cultivos más utilizados para aceites comestibles por su alta calidad, constituyéndose en una de las más importantes fuentes de aceite al lado de la soya, maní, colza y palma aceitera.

Durante los años 1984 y 1985 se empezó en Colombia la producción comercial de girasol con la siembra aproximada de 350 hectáreas en monocultivo e intercalado con caña. En el primer semestre de 1986 se sembraron 972 hectáreas de las cuales 850 intercaladas con caña soca.

Las etapas iniciales de investigación en el cultivo de girasol han sido encaminadas principalmente a la adaptación de híbridos en diferentes localidades; en los aspectos de fertilización, a pesar de la importancia del cultivo para el país, no son muchos los estudios que se tienen que permitan dar una recomendación sobre la clase de fertilizante a aplicar, dosis y época de aplicación. Según la literatura es un cultivo que responde a la fertilización, y que tiene mucha influencia la forma y época de aplicación.

* Contribución del Programa de Suelos. Instituto Colombiano Agropecuario. ONI Palmira.

** Ingeniero Agrónomo, M.S. Centro Nacional Investigación Palmira. Apartado Aéreo 233 . PALMIRA.

2. CONDICIONES DE DESARROLLO

2.1. Clima

El girasol se adapta a diferentes latitudes, climas, siendo sus requerimientos térmicos de 17°C a 23°C; germina bien entre 7°C a 8°C considerándose una especie resistente a las heladas, pudiendo soportar temperaturas de -5°C a -6°C en germinación y -2°C a -3°C en floración y fructificación (Bastidas, 1986).

En Colombia el girasol puede crecer bien a diferentes altitudes desde el nivel del mar hasta los 2.800 m.s.n.m., con una amplia gama de temperaturas (12 a 28°C) y de precipitación 680 a 1600 mm/año. En las zonas altas se ha mostrado tolerante a las heladas hasta la época de floración. Bajas temperaturas favorecen la concentración de aceites (Agudelo y Bastidas, 1984; Domínguez, 1986).

El girasol requiere de alta luminosidad, con un período mayor de 9 horas la falta de altas temperaturas asociadas con días nublados o débil radiación solar influye sobre el desarrollo del girasol, planta esencialmente heliofita, llegando hasta retrasar en un mes la floración (Iama, 1986).

Las temperaturas medias óptimas con las cuales se producen los mejores rendimientos oscilan entre 18 y 22°C. Los valores extremos de frío y calor excesivos afectan el rendimiento y el desarrollo; temperaturas inferiores a 6-8°C pueden producir alteraciones hormonales que generan plantas con varios tallos o provocar su secamiento.

2.2. Requerimientos de Agua

A pesar de que el girasol consume gran cantidad de agua durante su ciclo vegetativo, es al mismo tiempo uno de los cultivos extensivos más resistentes a la escasez de la misma. Sin embargo, existen unos estados críticos en los cuales el girasol requiere de un buen suministro de agua:

al momento de la germinación, durante la floración y en la etapa de llenado de las semillas (Domínguez, 1986).

Del total de agua consumida por el cultivo, una quinta parte es utilizada durante las primeras fases del desarrollo (40-50 días), en las siguientes 40-50 días se produce el consumo más intenso de agua, superando en más de la mitad el total requerido (Domínguez, 1986).

Los máximos rendimientos se obtienen cuando el suministro de agua es permanente desde el comienzo de la diferencia del capítulo hasta la madurez o sea durante el 75% del ciclo del cultivo; para obtener rendimientos óptimos se requieren de aproximadamente 580 mm de agua (Domínguez, 1986; Aguilar y Bastidas, 1984).

2.2.1. Resistencia a la sequía

La raíz del girasol es pivotante y puede profundizar en el perfil del suelo, dependiendo de las características de éste. Puede alcanzar más de 2 m, aprovechando así el agua disponible a esta profundidad; esto le confiere al girasol su facultad de ser más tolerante a la falta de humedad. Además de ser pivotante, el sistema radical está complementado por una profusa cantidad de raicillas en los primeros 50-60 cm de profundidad, que se extiende horizontalmente unos 20-30 cm, lo cual amplía las posibilidades de exploración por agua y nutrientes (Domínguez, 1986).

2.3. Requerimientos de suelos

El girasol requiere para su mejor desarrollo suelos profundos y bien drenados; deben ser además levemente ácidos, fértiles, ricos en potasio y materia orgánica. Los más favorables son los de texturas livianas, sin impedimentos físicos en el perfil, que permitan el desarrollo profundo del sistema radical (Domínguez, 1986).

En general, el girasol crece en suelos con pH entre 5.7 y 8.0, siendo el

BIBLIOTECA AGRPECUARIA
DE COLCABIA

óptimo de 6 a 7.2. Suelos de pH bajo requieren una adecuada fertilización con fósforo, mientras que un pH alto requiere fertilización foliar con elementos menores hasta obtener un crecimiento normal del cultivo.

En general se ha encontrado en Colombia un crecimiento adecuado del girasol en suelos de buena fertilidad y en la zona cafetera donde existe alto contenido de materia orgánica (Agudelo, 1986).

El girasol tolera más la salinidad que la soya y ésta no afecta la composición del aceite; tolera una salinidad entre 2 a 4 mmhos/cm. Resultados de investigación han demostrado que el girasol que creció en un suelo con 12 mmhos/cm tuvo un porcentaje de aceite 21% más bajo que la semilla de girasol de un suelo con 2.5 mmhos/cm; la composición de los ácidos grasos no cambiaron con el cambio de salinidad del suelo (Robinson, 1978).

Suelos con baja fertilidad o con características duras producen deficientes raíces y deformaciones (Deblado), que ofrecen un mal anclaje a la planta, deficiente toma de agua y pobre crecimiento.

3. Nutrición

3.1. Requerimientos nutricionales

Los requerimientos nutricionales para el girasol varían de acuerdo al rendimiento. En la Tabla 1 se reportan algunas exigencias nutricionales de acuerdo al rendimiento, citados por varios autores.

3.2. Absorción de Nutrientes

Los elementos entran a la raíz del girasol en forma iónica y ocasionalmente como complejo de sales orgánicas. La disponibilidad de esos elementos está influenciado por el manejo del suelo y la adición de fertilizantes. Los iones entran a la raíz por difusión, por absorción intercambiable y por la acción de portadores o compuestos fijadores de iones.

BIBLIOTECA AGROPECUARIA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

La absorción de elementos es rápida en relación a la producción de materia seca durante el crecimiento inicial. Por lo tanto, concentraciones elementales son altas en plantas jóvenes y disminuye con la maduración (Robinson, 1978).

3.2.1. Nitrógeno

La mayoría de las investigaciones concuerdan en la conclusión general de que el girasol consume la mayor cantidad de nitrógeno en la época de formación del capítulo hasta la floración total.

Durante todo el ciclo la concentración de nitrógeno 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 la translocación de este elemento a los capítulos y semillas (Vranceanu, 1977).

La adsorción del nitrógeno por la planta es más intensa en las fases incipientes de desarrollo, y cesa prácticamente cuando se termina la floración. En la fase de formación del capítulo, la planta contiene un 63% de la cantidad máxima de nitrógeno.

TABLA 1. Requerimientos nutricionales para el cultivo de girasol

Rendimiento kg/ha	N	P ₂ O ₅ kg/ha	K ₂ O	Ca	Mg	Referencia
3000	100	60	300	110	180	Cía, 1985
2079	150	60	307	181	54	González, 1979
2220	158	61	359	-	-	Vranceanu, 1977
1910	128	53	289	-	-	Vranceanu, 1979
1000	50	20	100	-	-	Domínguez, 1986

El girasol absorbe entre la fase de 4-5 pares de hojas (30 días) y la plena floración (80 días) un 70-90% del nitrógeno necesaria para su desarrollo (Vranceanu, 1977).

3.2.2. Fósforo

Aunque el girasol extrae el fósforo del suelo durante todo el período vegetativo, en la etapa comprendida entre el comienzo de la diferenciación de los primordios florales y el final de la floración, absorbe un 60 - 70% del P_2O_5 necesario para todo su desarrollo (Vranceanu, 1977).

La concentración de fósforo en las hojas y tallos aumenta ligeramente hasta el comienzo de la floración tras la cual desciende gradualmente hasta la madurez. En las semillas la concentración de fósforo aumenta hasta la madurez (Vranceanu, 1977).

La fase de absorción más intensa tanto para N como para P es el período que abarca el mes previo a la floración, debiendo en el caso del P cubrir cerca del 50% de sus requerimientos totales (Gachon (1972), citado por Luizzi, 1985).

3.2.3. Potasio

El girasol es un gran consumidor de potasio, teniendo también una gran capacidad de extraerlo de las formas difícilmente solubles del suelo. Hasta la floración absorbe un 75% de la cantidad total necesaria (Vranceanu, 1977).

La concentración de potasio es mayor en los tallos que en las hojas. En los tallos, el K_2O aumenta hasta la floración, después de la cual y hasta la formación de las semillas tiene lugar una disminución no importante, permaneciendo constante hasta la madurez. La presencia de potasio en las hojas aumenta hasta finales de la floración, disminuyendo después hasta la maduración (Vranceanu, 1977).

3.2.4. Calcio

El calcio es absorbido hasta la completa floración en proporción del 65-70%, acumulándose principalmente en las hojas.

3.3. Papel de los Nutrientes en el desarrollo de la planta de Girasol.

3.3.1. Nitrógeno

El nitrógeno es considerado como uno de los elementos decisivos en la nutrición del girasol. Su insuficiencia retarda e incluso paraliza los procesos de crecimiento y desarrollo, las hojas toman un color verde claro, y las básicas se ponen amarillas y se secan prematuramente.

El exceso de N provoca un crecimiento excesivo de la planta, afectando la producción de semillas, las hojas son más gruesas y succulentas y más sensibles al ataque de enfermedades y plagas. Proporcionalmente al aumento de las dosis de N disminuye el contenido de aceite de las semillas, pero aumenta el contenido de proteína bruta, hecho considerado positivo en la producción de semillas destinadas a la siembra (Robinson, 1978).

Tanto el nitrógeno como el potasio se deben aplicar hasta formación del capítulo, para asegurar una maduración completa de la semilla (Robinson, 1978).

3.3.2. Fósforo

Tiene un papel importante en la síntesis y transporte de glúcidos y en el metabolismo de los lípidos. Su insuficiencia tiene efectos negativos sobre la formación y el proceso de llenado de las semillas (Vranceanu, 1977).

El fósforo participa principalmente en forma directa en el desarrollo de las raíces y en el proceso de formación y llenado de los granos. Una relación equilibrada N/P es importante para obtener rendimientos máximos. Si es alta las plantas tienen un crecimiento excesivo, poca producción de semilla y se reduce el % de aceite. Si es bajo, el % de aceite es alto, pero bajo los rendimientos de grano.

3.3.3. Potasio

Entre sus funciones actúa aumentando la resistencia de la planta a la sequía. Su carencia en las primeras etapas de crecimiento del cultivo afecta negativamente su desarrollo (Domínguez, 1986).

Tiene misión importante en las reacciones enzimáticas de síntesis de amidas, papel en establecer el equilibrio entre las fracciones de nitrógeno soluble y nitrógeno proteico (Vranceanu, 1977).

3.3.4. Elementos Menores

El molibdeno, hierro, cobre y manganeso están implicados en la reducción de los compuestos nítricos. Se han obtenido aumentos de producción al tratar las semillas con manganeso, cobre, molibdeno, boro, uranio o pulverizando con zinc y uranio. El cobre, el molibdeno y el zinc aceleran el desarrollo de las plantas y a la vez la formación del capítulo; el uranio y el boro atrasaron el desarrollo a principios de la vegetación (Vranceanu, 1977).

La aparición de síntomas de deficiencias de boro está acompañada por una acumulación intensa de nitrógeno en los tallos bajo la forma de nitratos.

3.4. Producción de materia seca y concentración de nutrientes en plantas de girasol

Numerosos estudios se han realizado en diferentes países con el fin de determinar los períodos de máxima producción de materia seca y verificar la acumulación de nutrientes.

En un experimento de campo realizado en el Centro Nacional de Pesquisa de soya-Brasil (Sifredo, et al, 1985) para estudiar la producción de materia seca del girasol (híbrido contisol y variedad Guayacan) se trabajó en un suelo Latosol Roxo Eutrófico (Eutrútox) con pH 6.0, 1.9% M.O., 0.30 meq P₂O₅/100 g y 0.74 meq K/100 g, al cual se aplicaron 6 niveles de fertilización NPK: 0-0-0; 45-45-45; 90-45-45; 45-90-45; 90-0-0 kg/ha de N, P₂O₅ y K₂O respectivamente. Según los resultados se encontró: que la acumulación de materia seca del tallo es más alta que en otra parte de la planta, obteniéndose el máximo cerca de los 85 días después de la germinación. Los receptáculos y achenios alcanzaron el máximo nivel a los 90 días. Concentraciones más altas de P y N se encontraron en los achenios y en las hojas respectivamente, mostrando alto grado de translocación de esos 2 nutrientes, de hojas y tallos a achenios después del estado de floración (20 días).

La concentración de K en las hojas permanece estable hasta completa floración, disminuyendo después probablemente debido a la alta acumulación de materia seca en este período, mostrando un efecto de dilución.

La concentración de K en el tallo disminuye continuamente desde el comienzo hasta el final del ciclo; los receptáculos presentan cierta estabilidad a través del ciclo.

La Tabla 2 reporta los contenidos de N, P y K de plantas enteras de girasol en distintas fases vegetativas.

TABLA 2. Contenido de N, P y K en plantas enteras de girasol

Fases de desarrollo	N	P ₂ O ₅ % en materia seca	K ₂ O
2 - 3 pares hojas	3.83	0.81	5.83
Formación del capítulo	2.57	0.62	3.99
Floración	1.59	0.48	2.93
Maduración-Masa vegetativa	0.79	0.16	3.60
Maduración- semillas	2.90	1.45	1.20

(Vranceanu, 1977)

A medida que aumenta la masa vegetativa disminuye el contenido relativo de N, P y K, registrándose en la maduración el porcentaje más bajo de N y P, lo cual se explica por la migración de los mismos de los órganos vegetativos a los reproductivos. En la maduración, el contenido en N en las semillas es 4 veces mayor y el del P 9 veces mayor que el de la masa vegetativa. El contenido de K en la vegetación disminuye solo hasta la floración, después se nota un leve aumento, explicable en gran medida por la migración del mismo de las hojas o los capítulos (Vranceanu, 1977).

La Tabla 3 muestra la composición en macro y micronutrientes de plantas de girasol para varios estados de crecimiento.

La semilla y el forraje difieren considerablemente en su composición. La semilla contiene mucho N y relativamente poco Ca, Mg y micronutrientes, mientras que el forraje es bajo en P y relativamente alto en K, N, Ca, Mg y micronutrientes. Las concentraciones elementales son altas en plantas jóvenes y disminuye con la maduración. La relación tallo-raíz una semana antes de la floración es en promedio 2.7, pero fué mucho más alta en la madurez (Robinson, 1978).

TABLA 3. Composición elemental de plantas de girasol durante diferentes periodos de crecimiento .

Elemento	Raíz		Tallos - Hojas - Capítulos			Semilla madurez	
	Inio botón	Maduración	Germinación	Inicio botón	Floración		Madurez
	%		%			%	
N	1.14	0.35	4.43	3.18	1.69	0.69	2.91
P	0.35	0.05	0.32	0.36	0.26	0.14	0.69
K	2.91	0.58	3.22	3.18	2.01	2.37	0.82
Ca	0.34	0.35	1.62	1.67	1.22	1.34	0.18
Mg	0.18	0.17	0.91	0.97	0.82	0.71	0.31
S	0.10	0.05	-	0.36	-	0.18	0.24
	ppm		ppm			ppm	
B	21	12	38	46	39	39	18
Cu	17	8	10	11	11	9	17
Fe	11793	900	400	200	70	80	50
Mn	74	45	79	56	35	31	18
Zn	39	23	51	28	25	12	46
Mo	22	4	2	2	2	2	1

(Robinson, 1978)

Para definir la cantidad y el tiempo de aplicación de los fertilizantes es necesario conocer la edad de la planta a la cual los nutrientes son necesarios.

En el Centro Nacional para la investigación de soya, Londrina-Brasil (Sfredo, et al, 1985a), se llevó a cabo un trabajo para estudiar la acumulación de macronutrientes como una función de la edad de la planta, para determinar los puntos de máxima acumulación y cuantificar la remoción de esos nutrientes a través de la cosecha. Se seleccionó un suelo ligeramente ácido (pH 5.0), con un contenido bajo de M.O. (1.9%) y 0.30 meq $PO_4/100$ g y 0.74 meq $K/100$ g. Los resultados mostraron que la máxima acumulación de nutrientes ocurrió entre los 73 y 100 días; la máxima acumulación de macronutrientes (kg/ha) para una producción de 1000 kg/ha en orden descendente fué: $K = 131 > N = 81 > Ca = 60 > Mg = 19 > P = 13 > S = 4$; la exportación de nutrientes a la cosecha (kg/ha) para un rendimiento de 1000 kg/ha, en orden descendente fué: $N = 32; K = 10; P = 6; Mg = 3; Ca = 2; S = 1$, (Sfredo, et al, 1985a).

Comparado con otros cultivos, el girasol extrae del suelo grandes cantidades de nutrientes, pero diversos estudios realizados en el Uruguay han reportado una baja respuesta a la aplicación de fertilizantes, aún en condiciones de suelos con baja fertilidad.

Con el fin de determinar las curvas de crecimiento y la acumulación de nutrientes (N y P) en 2 cultivares de girasol (híbrido de origen Argentino SPS891 y variedad Nacional Estanzuela 75) se realizó un trabajo en un suelo perteneciente a la Unidad San Manuel en el Litoral Oeste del Uruguay en donde se aplicaron 69 kg P_2O_5/ha y 25 kg N/ha (Luizzi, et al., 1985).

Los resultados mostraron que en ambos cultivares la acumulación de materia seca en los órganos vegetativos cesó prácticamente al finalizar la floración y en los capítulos continuó hasta la maduración; el contenido relativo de N y P en las plantas de ambos cultivares aumentó hasta la fase de llenado de grano, tendiéndose a esta-

bilizarse a partir de ese momento,

3.5. Niveles críticos en el tejido

Para el diagnóstico foliar varios autores han encontrado algunos valores de contenidos de nutrientes en la planta, considerados como niveles adecuados para un buen desarrollo del girasol. Así, Machado (1979) citado por Sfredo, et al, (1985), encontró que al empezar la floración la siguiente concentración era considerada como buena:

N = 3.31%; P= 0.39 % ; K= 2.06%
Ca= 2.95%; Mg= 0.71% ; S= 0.35%

Sfredo, et al (1985) en un trabajo realizado en el Centro Nacional de Pesquisa para soya, con el objetivo de estudiar la producción de materia seca y la concentración de macronutrientes en diferentes partes de la planta de girasol encontró que el rango de concentración en las hojas óptimo para cada macronutriente en ambos cultivares (híbrido contissol y variedad Guayacan) al empezar la floración (56 días) es:

N= 3.18 - 3.51 %
P= 0.38 - 0.40 %
K= 3.13 - 3.18 %
Ca=2.71 - 2.76 %
Mg=0.59 - 0.60 %
S= 0.14 - 0.18%

Estos valores pueden ser considerados como indicativo del estado nutricional del girasol.

3.6. Colocación del fertilizante

Las aplicaciones de los fertilizantes al cultivo de rotación beneficia al girasol, por lo que los rendimientos son más altos (suelos fértiles). La aplicación directa del fertilizante al cultivo de girasol puede ser

al suelo o a través de tratamientos foliares.

3.6.1. Aplicación al suelo

La aplicación del fertilizante al suelo puede ser realizado al voleo antes de la siembra, en hilera cerca o con la semilla al tiempo de sembrar, o en banda después de germinar y usualmente antes de que las plantas tengan 30 cm (Robinson, 1978).

Las semillas de girasol son sensibles a las sales del fertilizante, así que no más de 12 kg/ha de fertilizante altamente soluble debe contatar la semilla (Robinson, 1978).

La práctica usual es aplicar todo el fertilizante en banda al momento de la siembra o utilizar una combinación de aplicaciones al voleo y banda. Una práctica común es colocar en banda el P, K y parte del N; el resto de N al voleo antes de sembrar o en banda después de germinar (Robinson, 1978).

La absorción eficiente del P por el girasol fue similar al del trigo y aumentado en un 24% cuando fue colocado en banda al nivel de la semilla, en un 20% cuando fue colocado en banda debajo de la semilla y en un 17% cuando se mezcló con el suelo (Robinson, 1978).

En la zona centro y sur en Tres Arroyos, Provincia de Buenos Aires la fertilización al girasol se hace al momento de la siembra en banda conjuntamente con la semilla. Este sistema es la forma convencional o común; influye sobre el desarrollo inicial del cultivo, pero generalmente no se encuentran diferencias importantes en los rendimientos de grano (Valetti, 1985).

Con el fin de estudiar el efecto de la forma de colocación del fertilizante se realizó un trabajo en varias localidades de la Provincia de Buenos Aires (Argentina (Valetti, 1985) en donde se hicieron aplicacio -

nes de 60 y 110 kg/ha de SPT en forma convencional junto con la semilla y las mismas dosis aplicadas a 20 cm de profundidad en suelos con bajo contenido de P (menos 15 ppm) y alto contenido de P (mayor 15 ppm). Los resultados mostraron que en los suelos con alto contenido de P no se registraron diferencias significativas en los rendimientos; en suelos con bajo nivel de P la fertilización profunda superó a la convencional con un incremento promedio de 28% en la producción de semilla; la fertilización convencional no registró diferencias con el testigo sin fertilizar, tampoco el contenido de aceite tuvo variaciones (Tabla 4 y 5).

El número y peso de la semilla por capítulo fueron los parámetros que tuvieron mayor variación con valores de 39.7 y 54% respectivamente a favor de la fertilización profunda. El diámetro del capítulo tuvo incrementos entre 12 y 23% y el peso de 1000 semillas permaneció invariable en todos los tratamientos (Valetti, 1985).

En los suelos con bajo contenido de P la fertilización profunda influyó aumentando significativamente la producción de materia seca y la acumulación de P, superando el sistema convencional en 30.2 y 55.4% respectivamente.

En suelos con alto contenido de P no hubo diferencias significativas (Tabla 6) (Valetti, 1985).

3.6.2. Aplicación foliar

Las aspersiones foliares son usadas para corregir deficiencias de micronutrientes; los elementos esenciales asperjados a las hojas son rápidamente absorbidos.

Se tienen datos de algunos resultados con aplicaciones foliares de elementos menores. Robinson (1978) reporta que la aplicación foliar de Mn y Mo 10 días después de la floración incrementó el rendimiento del girasol de 170 a 420 kg/ha, pero el B, Cu, y Zn no tuvieron efecto.

TABLA 4. Efecto de la aplicación profunda del fertilizante en el rendimiento del girasol y otros parámetros para suelos con bajo contenido de P (Buenos Aires, Argentina).
Período 1983- 1984.

Sistema aplicación	Dosis SPT	Rendimiento kg/ha	Porcentaje Aceite	Diámetro Capítulo cm	Número Semilla	Peso Semilla /Capít. Semillas	Peso 1000 Semillas
Testigo	0	1795 b	47.3 a	15.3 b	906 b	40.0 b	43.9 a
	60	1731 b	46.9 a	15.2 b	931 b	41.9 b	45.0 a
Convencional	110	1796 a	47.7 a	15.1 b	953 b	44.1 b	46.1 a
	60	2205 a	47.8 a	17.1 a	1315 a	65.6 a	49.9 a
Profunda	110	2331 a	47.7 a	18.9 a	1409 a	73.6 a	51.9 a

Letras iguales no difieren estadísticamente al 5%. Tukey.

TABLA 5. Efecto de la aplicación profunda del fertilizante en el rendimiento del girasol y otros parámetros para suelos con alto contenido de P (Buenos Aires, Argentina). Período 1983 - 1984

Sistema aplicación	Dosis SFT	Rendimiento kg/ha	Porcentaje Aceite	Diámetro Capítulo cm	Número Semilla	Peso Semilla Capítulo	Peso Semillas 1000
Testigo	0	2043 a	43.6 a	17.2 a	1599 a	54.2 a	34.2 a
	60	1997 a	44.2 a	18.9 a	1762 a	60,8 a	35.8 a
Convencional	110	2033 a	42.5 a	19.8 a	1822 a	58,5 a	36.4 a
	60	2072 a	43.9 a	18.9 a	1782 a	63.6 a	39,1 a
Profunda	110	2017 a	43.3 a	18.1 a	1759 a	61.2 a	35,6 a

Letras iguales no difieren estadísticamente al 5% Tukey.

TABLA 6.

Efecto de la aplicación profunda del fertilizante en la producción de materia seca del girasol en g/planta y extracción de P en kg/ha (Buenos Aires, Argentina). Período 1983-1984.

Sistema aplicación	Bajo contenido de P		Alto contenido de P	
	Materia seca g/planta	P kg/ha	Materia seca g/planta	P kg/ha
Testigo	60.1 a	3.41 a	130.0 a	17.4 a
80 kg SFT convencional	70.5 b	3.93 a	122.0 a	17.6 a
80 kg SFT profunda	91.8 c	6.11 b	144.0 a	18.7 a

Letras iguales no difieren estadísticamente al 5% Tukey .

Robinson (1978) también reporta que la aplicación de una solución al 0.005% de Zn, Cu, y Mo en la floración y estado de maduración de la semilla incrementó el % de aceite.

Las aspersiones foliares de los elementos mayores no ha sido una alternativa de las aplicaciones al suelo, sin embargo, Gaur et al (62) citado por Robinson (1978) obtuvo rendimientos más altos cuando el 25% de N fué aplicado al suelo y 75% al follaje, que cuando todo el N fué aplicado al suelo.

Galgoczy (59) citado por Robinson (1978) reportó que una relación 1-3-3 de N-P-K aplicada en dosis de 24 kg/399 litros de agua/ha o 29 kg/1464 litros de agua/ha al comienzo de la floración incrementó el rendimiento de la semilla en un 62%. Una segunda aplicación al tiempo de la formación de la semilla resultó en un incremento total del 97%. El % de aceite de la semilla también se incrementó ligeramente.

Robinson (154) citado por Robinson (1978) no obtuvo incrementos significativos con las aplicaciones foliares en varios estados de crecimiento del girasol en un suelo fértil, limoso, utilizando una relación 15-13-12 de N-P-K en dosis de 7 kg/375 litros de agua/ha. Incrementando la dosis a 14 kg causó algo de muerte al tejido de la hoja.

De acuerdo a la composición de la semilla (Tabla 3) se sugiere que una relación de N-P-K-S de 13-2-3-1 es una buena recomendación para fertilización foliar del girasol (Robinson, 1978).

4. FERTILIZACION vs RIEGO

El girasol es comunmente cultivado como un cultivo de secano. Algunos estudios han demostrado que los requerimientos nutricionales del girasol son más eficientes por el uso del agua.

Robinson (151) citado por Robinson (1978) encontró que el riego, la

fertilización y la fertilización + riego incrementaron los rendimientos en un 35, 72 y 474%, respectivamente.

González e Insua-Muñoz (1976) estudió la respuesta del girasol a la irrigación y a la fertilización con N. Se estudió el efecto de varios niveles de irrigación y de N en el rendimiento de la semilla de girasol y el contenido de aceite. El trabajo se realizó en Córdoba (España) durante 1973.

El girasol (Peredovik) se sembró en un suelo aluvial arenoso (Xerofluvent) con una densidad de 42.000 plantas/ha. Durante el período de crecimiento la lluvia natural fueron 289 mm. Las parcelas irrigadas recibieron el 100% y el 50% de las necesidades de agua, en 3 aplicaciones durante el período crítico de floración a maduración. El máximo suministro de agua durante este período fué cerca de 251 mm de lluvia. Se aplicó una fertilización básica de 100 kg P₂O₅/ha y 100 kg K₂O/ha y 2 dosis de N: 333 y 167 kg/ha; la Tabla 7 reporta los resultados de rendimiento; hubo diferencias altamente significativas entre el tratamiento 100% de agua y el testigo, y entre el tratamiento 50% de agua y el testigo. La diferencia entre los tratamientos con 100% y 50% de los requerimientos de agua no fué significativa. No hubo diferencias significativas para las aplicaciones de N. El contenido de aceite presentó diferencias altamente significativas entre las parcelas con la dosis máxima de agua; con el incremento de las dosis de N el contenido de aceite disminuyó.

5. RESULTADOS DE INVESTIGACION EN OTROS PAISES

5.1. Respuesta del girasol al encalamiento y al boro.

Durante 2 años se realizaron experimentos de campo en un suelo rojo podzólico ácido en la Estación Experimental de Mococa del Estado de Sao Paulo- Brasil (Quaggio, et al., 1985).

El girasol que crece en suelos ácidos ha presentado problemas con la germinación de la semilla, muerte de plántulas, crecimiento reducido de plantas y sistema radicular poco profundo, grueso y poco ramificado. Estos síntomas fueron descritos por Blamey (1975) citado por Guaggio (1985) para las condiciones de suelos ácidos del Sur de Africa y más tarde confirmados por Ungaro et al (1984) también citado por Guaggio (1985) para girasol cultivado en suelos ácidos del estado de Sao Paulo (Brasil). Estos síntomas han sido asociados con la presencia de concentraciones tóxicas de Al intercambiable al cual el girasol es altamente sensitivo.

Los tratamientos para cal fueron 0, 2, 4, 6 y 8 ton/ha y de B 0, 1 y 2 kg/ha; se sembró la variedad de girasol IAC-Anhandy con un ciclo aproximado de 100 días. La cal fué aplicada al voleo y el B en banda al momento de la siembra.

La Tabla 8 reporta los resultados de rendimiento en kg/ha para el período 1982/83. En este primer cultivo el promedio de rendimiento fué bajo debido a las condiciones de clima; hubo marcada respuesta a la aplicación de cal en dosis de 4 ton/ha y menos pronunciada la respuesta a B (1 kg/ha) las parcelas sin cal tuvieron pobre germinación y muerte de plántulas.

En el período 1983/84 (efecto residual de la cal) las condiciones climáticas fueron mejor y por lo tanto los rendimientos más altos; la respuesta a la cal fué más pronunciada en presencia de altas dosis de B (Guaggio, 1985). Además, los resultados mostraron que el girasol es muy susceptible a la acidez del suelo, toxicidad de Mn y deficiencia de B; que requiere de un pH de 6.0 para máximo rendimiento.

El encalamiento incrementó la altura de planta, diámetro del capítulo, toma de P y rendimiento, y aumento la eficiencia de toma de B.

No hubo efecto de los tratamientos en el contenido de aceite de la semilla (Guaggio, 1985).

TABLA 7. Efecto de la aplicación de varios niveles de riego y de nitrógeno en el rendimiento del girasol. Córdoba (España). 1973.

kg N/ha	Testigo			50% Agua			100% Agua		
	Rendimien- to kg/ha	Diáme- tro Capít. cm	Porcien- to aceite	Rendimien- to kg/ha	Diáme- tro Capít. cm	Porcien- to aceite	Rendimien- to kg/ha	Diáme- tro Capít. cm	Porcien- to aceite
0	3136	19.90	46.52	3514	18.75	47.82	3733	16.48	49.02
167	3127	15.76	44.64	3705	17.61	45.93	3835	17.80	47.81
333	2952	16.27	44.38	3537	17.90	54.33	3700	18.10	45.73

TABLA 8. Respuesta del girasol al encalamiento y al boro. Sao Paulo - Brasil, período 1982 - 1983.

Boro kg/ha	Cal toneladas por hectárea					Promedio <u>1/</u>
	0	2	4 kg/ha	6	8	
0	370	503	739	662	702	595 a
1	478	654	898	836	857	745 b
2	426	708	852	777	872	727 b
Promedio <u>1/</u>	424 a	527 ab	830b	759b	810b	684

1/ Prueba de Duncan .

5.2. Diagnósis de la deficiencia de B en girasol .

Aunque el girasol tiene un requerimiento aparentemente alto de B, poco se conoce acerca de los requerimientos nutricionales para B. En orden a estudiar este aspecto, en Sur Africa (Estación Experimental Agrícola de Dundee) se hicieron ensayos de campo con 2 cultivares de girasol (Smena y SO 320). Cinco dosis de B (0, 1, 2, 3 y 4 kg B/ha) fueron aplicados al voleo e incorporado.

El nivel crítico en la hoja madura en el estado de floración fué determinada como 34 ppm para ambos cultivares (Blamey, 1979).

En varias áreas de España el girasol ha mostrado síntomas de deficiencia de B (caída de capítulos). Con el fin de diagnosticar el problema se recogieron los campos y se obtuvieron datos de 61 puntos para elaborar una primera aproximación al diagnóstico de las deficiencias de B mediante el empleo de los análisis de suelos y de tejidos (González, 1984).

Utilizando como índice de severidad de la deficiencia el porcentaje de plantas con síntomas, se ha establecido unos niveles críticos de 34 ppm de B en la hoja madura superior de plantas en floración para la caída de capítulos, y 31 ppm para síntomas en general y 0.26 ppm para el B soluble en agua caliente del suelo.

El análisis foliar constituye un instrumento confiable para conocer el estado nutricional del girasol.

Por debajo de 34 ppm es altamente probable que el girasol manifieste síntomas claros de deficiencia y su producción se ve disminuida, sobre todo si la relación B/Ca es inferior a 1:769, y se obtenga una alta respuesta a la fertilización con B (González, 1984). El límite encontrado para el B soluble en agua caliente en el suelo, solo nos indica que no es de esperar deficiencia en suelos con un B soluble mayor de 0.26 ppm.

El análisis foliar en floración es el criterio más confiable para determinar cuando un cultivo de girasol está suficientemente abastecido con B (González, 1984).

Werner (1983) reporta algunos niveles críticos en plantas de girasol, así:

- Contenidos en las hojas de 13 y 10 ppm para plantas de girasol con síntomas de deficiencia.
- Contenido en la hoja de 925 ppm B para plantas de girasol con síntomas severas de toxicidad de B.
- Contenidos de 71 ppm B para hojas sanas.

5.3. Efecto del N, P y la densidad de plantas en girasol .

En general, una apropiada densidad de plantas y una apropiada fertilización a un suelo deficiente son necesarios para un óptimo rendimiento . En el período 1971 a 1973 se realizaron en North Dakota 5 ensayos de campo en diferentes localidades con el objetivo de estudiar el efecto de 3 dosis de N, 2 dosis de P y 3 densidades de plantas en el rendimiento, tamaño del capítulo y contenido de aceite para cultivares de aceite y tamaño de la semilla en cultivares de confitería (Zubriski y Zimmerman, 1974).

La Tabla 9 muestra los resultados para el cultivar de aceite. Los resultados mostraron que el N incrementó el rendimiento, tamaño del capítulo, rendimiento de aceite de los cultivares de aceite y el % de semilla grande en los cultivares para confitería. El incremento de la densidad de población se incrementó el rendimiento de la semilla, rendimiento de aceite del girasol tipo aceite y el porcentaje medio de las semillas de los cultivares para confitería. Incrementando la densidad de plantas se redujo el tamaño de los capítulos, y el porcentaje de semillas grandes en los cultivares de confitería. Los resultados de este estudio muestran que el N y la densidad de plantas tienen un efecto relativamen-

TABLA 9.

Influencia del N, P y densidad de población en el rendimiento de la semilla, diámetro del capítulo, concentración de aceite y rendimiento de aceite en girasol para aceite (North Dakota, 1971-1973).

Tratamiento	Rendimiento semilla kg/ha	Diámetro capítulo cm	Concentración aceite- %	Rendimiento aceite kg/ha
N- kg/ha				
0	2193 c	14.7 c	48.1 a	1054 b
56	2841 b	16.5 b	46.3 b	1320 a
112	3043 a	17.0 a	45.3 c	1381 a
P- Kg/ha				
0	2643 a	16.0 a	46.6 a	1233 a
20	2742 a	16.2 a	46.6 a	1280 a
Plantas/ha				
35.875	2258 c	17.3 a	46.2 a	1046 c
47.835	2630 b	16.2 b	46.5 a	1228 b
71.750	3190 a	14.5 c	47.0 a	1500 a

Promedios con diferente letra(s) significativamente diferentes al nivel del 5% .

te grande en el rendimiento y un efecto más pequeño en la concentración de aceite y tamaño de la semilla (Zubriski y Zimmerman, 1974).

6. RESULTADOS DE INVESTIGACION EN COLOMBIA .

Por la literatura consultada se deduce que son muy escasos los trabajos de fertilización en el cultivo de girasol debido probablemente a que se trata de un cultivo relativamente nuevo, pues solamente a partir de 1985 se sembró a escala comercial.

La investigación en girasol realizada en el país se inició en 1957 con la introducción y adaptación de variedades en diferentes localidades.

A continuación se mencionan los resultados obtenidos a través de tesis y los obtenidos por el Programa de Suelos del ICA - CNI Palmira quien inició trabajos de respuesta del girasol a la fertilización, durante el semestre B de 1986.

6.1. Respuesta del girasol a la fertilización foliar y edáfica en la zona de Santagueda.

En algunas zonas de los departamentos de Caldas, Quindío y Risaralda el cultivo de girasol se hace intercalado con el café.

El presente trabajo (Padilla, 1970) se realizó en la granja MonteLindo, región de Santagueda, municipio de Palestina (Caldas), localizada a 1030 msnm. El híbrido utilizado fué el NK-H01, se utilizaron diferentes relaciones de N-P-K (1-3-1, 5-2-5) en dosis de 100 y 200 kg/ha y aplicaciones foliares de 20, 40 y 80 kg/ha (Coljap fórmula 5-25-15).

El fertilizante fosfórico (Escorias Thomas) fué incorporado con rastri- llo; el nitrato de amonio y el KCl fué aplicado en banda al momento de la siembra. La fertilización foliar se inició a los 25 días después de la siembra (plantas con 4 hojas bien formadas); se aplicó en concentra-

ción del 0.5%, repartiendo cada tratamiento en 6 aplicaciones para hacer una cada 10 días.

El suelo donde se realizó el experimento tenía un pH de 4.8, 7.3% M.O., 12 ppm P y 0.35 meq K/100 g de suelo; textura franco arenoso.

Los resultados no mostraron diferencias significativas para rendimiento ni para diámetro de los capítulos. El tratamiento de la relación 5-2-5 de N-P-K se comportó mejor que la relación 1-3-1 en el peso de la semilla (Padilla, 1970).

6.2. Niveles de fertilización para híbridos promisorios de girasol para las condiciones del Valle del Cauca.

El cultivo de girasol por estar adoptado a zonas secas y a bajas precipitaciones tiene un comportamiento muy diferente bajo las condiciones del Valle del Cauca respecto tanto a la fertilidad de los suelos como al ambiente.

Este trabajo tuvo como objetivo estudiar la respuesta de dos híbridos de girasol el DO-705 y el DO-855, comparados con la variedad Fusol a la fertilización con N-P-K en un suelo franco arcilloso del Centro Nacional de Investigación Palmira (Lema, 1986).

El N y el K se probaron en dosis correspondientes a 0, 50, 100 y 200 kg N/ha y 0, 50 y 100 kg K₂O/ha con P constante. El P se aplicó en dosis de 0, 35, 70 y 140 kg P₂O₅/ha usando dosis constante de N y K. La fertilización se fraccionó aplicando 1/3 al momento de la siembra y 2/3 antes de la floración.

El suelo del ensayo tenía las siguientes características: pH 7.2, 5.1% M.O., 19.0 ppm P, 0.24 meq K/100 g suelo; textura franco arcillosa.

Los resultados mostraron que los materiales tuvieron índices similares

de crecimiento hasta la maduración del capítulo. El número de hojas fué de 27 para el ensayo de N y K y de 29 para el P.

Para las variables diámetro del capítulo, peso de 100 semillas y rendimiento, se observó que tuvieron promedios más bajos cuando los niveles de K aumentaban obteniendo una significancia negativa con este elemento. El K fué significativo en disminución del porcentaje de cáscara y almendra, el N y el P aparentemente poco intervinieron en estas variables para este tipo de suelo (Lema, 1986).

Para este tipo de suelo (Far) y de acuerdo a los resultados obtenidos se aconseja utilizar bajas cantidades de K (hasta 50 kg/ha) acompañados con moderadas cantidades de N (hasta 100 kg/ha) para obtener buenos rendimientos y utilizar el P entre 35 y 70 kg/ha incorporado antes de la siembra (Lema, 1986).

6.3. Respuesta del girasol a la fertilización en suelos del Valle del Cauca.

En el semestre B de 1986 el Programa de Suelos del CNI Palmira inició trabajos tendientes a encontrar respuesta del girasol a la aplicación de N, P, K y B, para ello se establecieron varios ensayos preliminares o exploratorios.

6.3.1. Respuesta a la aplicación de N-P-K-B en un suelo del CNI Palmira (datos no publicados).

El suelo en el cual se sembró el híbrido DO 664 tenía las siguientes características físico-químicas: pH 6.4; 2.0 % M.O.; 39.8 ppm P; 0.70 meq K/100 g suelo; 0.18 ppm B y textura arcillo limoso.

Los elementos estudiados fueron: N (0-50-100 kg/ha); P (0-30-60 kg P₂O₅/ha); K (0-35-70 kg K₂O/ha) y B (1 kg/ha en dosis constante). El diseño fué un arreglo factorial (3 x 3 x 3) en bloques al azar con 4 repeticiones.

El fertilizante fué aplicado en banda debajo de la semilla, al momento de la siembra.

En las Tablas 10 y 11 se reportan resultados promedios para rendimiento en kg/ha. Como puede observarse los resultados en general fueron muy bajos, debido al tipo de suelo muy arcilloso y que presenta una capa dura (capa de arado o hard pan) más o menos a unos 20 cm que impide una buena penetración de la raíz y un buen anclaje de la planta.

Además los resultados muestran que la menor producción (411 kg/ha) se obtuvo cuando se aplicó solo K y B; la producción más alta fué para la aplicación de 50-60-35-1 kg/ha de N, P₂₀₅, K₂₀ y B respectivamente.

TABLA 10. Efecto de la aplicación de N, P y K en el rendimiento del girasol DO-664 en un suelo del CNI Palmira, 1986B

Tratamiento		Rendimiento kg/ha
N,	kg/ha	
	0	475
	50	421
	100	614
P,	kg P ₂₀₅ /ha	
	0	475
	30	814
	60	643
K,	kg K ₂₀ /ha	
	0	475
	35	411
	70	671

TABLA 11. Efecto de la aplicación de N, P, K, B en el rendimiento de girasol DO-664 en un suelo del CNI Palmira- 1986B.

Tratamiento				kg/ha	
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	B		
50	60	35	1	971	Mayor
50	30	35	1	928	
50	30	0	1	850	
0	0	35	1	411	Menor

Analizando el efecto individual de cada elemento, observamos que el rendimiento se incrementa a medida que se incrementa la dosis de N; aunque no hay diferencias significativas se observa que hay respuesta a la aplicación de N.

6.3.2. Respuesta a la aplicación de NPKB en Palmaseca. Palmira .

Este ensayo se realizó en la finca el Confin, vereda Palmaseca, municipio de Palmira, con el híbrido DO-705. El suelo tenía las siguientes características físico-químicas: pH 7.0, 2.5% M.O., 56.8 ppm P, 1.6 meq K/100 g suelo y 0.27 ppm B; textura franco arcilloso.

Los elementos estudiados fueron: N= 0-40-80-120 kg/ha; P=0-30-60-90 kg P₂O₅/ha; K=0-30-60-90 kg K₂O/ha y B=0-1-2 kg B/ha.

En la Tabla 12 se reportan los resultados para cada uno de los tratamientos estudiados.

Estadísticamente los tratamientos presentaron diferencias altamente significativas.

Los resultados de la Tabla 12 podemos observar lo siguiente:

TABLA 12.

Efecto de la aplicación de N,P,K y B en el rendimiento del girasol DO-705.
Finca El Confin. 1986B

N	P ₂ O ₅ kg / ha	K ₂ O	B	Altura plantas cm	Diámetro Capítulo	Rendimiento kg/ha
0	0	0	0	1.38	14.8	1160
0	30	30	2	1.40	15.5	1272
40	30	30	2	1.41	15.9	1434
80	30	30	2	1.47	15.3	1950
120	30	30	2	1.43	17.7	1921
40	0	30	2	1.28	14.7	1558
40	60	30	2	1.50	16.8	1760
40	90	30	2	1.44	15.9	1889
40	30	0	2	1.50	16.9	2481
40	30	60	2	1.36	16.1	1147
40	30	90	2	1.41	16.2	1695
40	30	30	0	1.41	16.8	1283
40	30	30	1	1.43	15.7	1388
80	60	60	1	1.41	15.1	1097
120	90	90	2	1.32	14.3	878

- 1) No hay diferencia para los diferentes tratamientos para altura de plantas y diámetro del capítulo; la menor altura se presentó para el tratamiento 40-0-30-2 el capítulo más grande (17.7 cm de diámetro) se presentó con el tratamiento 20-30-30-2.
- 2) El efecto sobre el rendimiento es mayor; los datos promedios presentan una DMS al 5% de 670 kg/ha; la menor producción por debajo del testigo (879 kg/ha) la presentó la relación 120-90-90-2 es decir para las dosis más altas de cada elemento.
- 3) Estadísticamente el mejor tratamiento fue la relación 40-30-0-2 kg/ha de N, P₂O₅, K₂O y B respectivamente, el cual presenta la mayor producción (2481 kg/ha).
- 4) Observando los datos para respuesta individual de cada elemento, en el caso del N se obtiene una respuesta hasta de 80 kg/ha; con la dosis de 120 kg N/ha disminuye el rendimiento; respecto al B también se observa un incremento a medida que se incrementa la dosis de B. En el caso del P y K no hay respuesta.

6.3.3. Efecto de la forma de aplicación del fertilizante.

Según la literatura, teniendo en cuenta que el girasol puede profundizar hasta 2 y 3 metros, la mejor forma de aplicar el fertilizante para este cultivo es hacerlo incorporado profundo. Con el fin de estudiar este aspecto se realizó un trabajo en el CNI Palmira en un suelo cuyas características químicas fueron: pH 6.4; 2.0% M.O.; 39.8 ppm P y 0.70 meq K/ha; textura arcillo limoso, con el híbrido DO-664. Se aplicó la relación N-P-K de 90 kg N, 30 kg P₂O₅ - 30 kg K₂O/ha en la siguiente forma:

- 1) Aplicación profunda (25 cm): incorporado con el arado
- 2) Aplicación a 15 cm: con el rastrillo
- 3) Aplicación a 10 cm: con el pulidor
- 4) Aplicación superficial: 15 días después de germinar.

Los resultados se reportan en la Tabla 13.

Tabla 13. Efecto de la forma de aplicación del fertilizante en el rendimiento del girasol DO-664 . CNI Palmira - 1986B.

Forma de aplicación	Altura de planta cm	Diámetro capítulo cm	Rendimiento kg/ha
Superficial	1.30	9.95	878
10 cm	1.37	10.15	815
15 cm	1.50	12.85	2014
25 cm	1.58	13.90	2106

Observando los resultados de la Tabla 13, vemos que hay un efecto muy marcado para la aplicación profunda en todos los parámetros evaluados; así la mayor altura, el mayor diámetro del capítulo y la mayor producción se obtuvo para la incorporación a 25 cm.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Agudelo, O. y Bastidas, R., G. 1984. El girasol, un cultivo con futuro. Revista ASIAVA No. 10. pp: 10-11.
2. Agudelo, O. 1986. Manejo y fisiología del girasol. En: ICA-Comalfi. El cultivo de girasol. Palmira. pp:11-19.
3. Bastidas, R., G. 1986. Origen, historia e investigación del girasol en Colombia. En: ICA-Comalfi. El cultivo del girasol. Palmira. pp:1-10.
4. Blaney, F.P.C.; Mould, D. and Chapman, J. 1979. Critical boron concentrations in plant tissues of two sunflower cultivars. Agronomy Journal. V. 17. pp:243-247.
5. Cia, 1985. Absorción de elementos nutritivos por el girasol. Vol. 26, No. 6.
6. Domínguez, S., P. 1986. Posibilidades del girasol (*Helianthus annuus* L.) como cultivo intercalado con la caña de azúcar (*Saccharum* spp) en Colombia. En: Buenaventura, C.E. El cultivo de la caña de azúcar. Técnicaña, Cali. pp:431-460.
7. González, F., P y Insua- Muñoz, F. 1976. Response of sunflowers to irrigation and nitrogen fertilizer. In: VII International sunflower conference. V. II. Krasnodar-USSR. pp:75-78.
8. González, F., P.; Jurado, F.; Magallanes, M. 1979. Influencia de la fertilización fosfórica y potásica en la acumulación de materia seca y composición elemental de las plantas de girasol. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias, Córdoba. pp. 105-116 (Serie Producción vegetal)
9. González, F., P. 1984. Diagnósis de la deficiencia en boro del girasol (*Helianthus annuus* L.) mediante los análisis foliar y de suelo. In: I Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Tomo I. INIA. Madrid. pp: 537-548.
10. Lema, R., V.H. 1986. Niveles de fertilización para híbridos promisorios de girasol (*Helianthus annuus* L.) para las condiciones del Valle del Cauca. Tesis. Ing. Agr. Universidad Nacional-Facultad de Ciencias Agropecuarias, Palmira. 112 p.
11. Luizzi, D.; Vlega, L.; Roveta, A. y Schiavo, C. 1985. Crecimiento y absorción de nutrientes en 2 cultivares de girasol. In: ASAGIR; IX Conferencia Internacional del girasol - Tomo I. Mar de Plata, Argentina. pp: 195-202.

12. Padilla, M., J.A. 1970. Respuesta del girasol (*Helianthus annuus* L.) a la fertilización foliar y edáfica en la zona de Santaquada. Tesis Ing. Agr. Manizales. 67 p.
13. Quaggio, J.A.; Ungaro, M.R.G.; Gallo, P.B.; Cantarella, H. 1985. Sunflower response to lime and boron. In: Asagir. XI Conferencia Internacional del girasol - Tomo I. Mar del Plata, Argentina. pp: 209-215.
14. Robinson, R.G. 1978. Production and culture. En: Carter, J.F. Sunflower science and Technology. Soil Science Society of America, Wisconsin. pp: 89-143. (Agronomy, 19).
15. Sfredo, G.J.; Sarruge, J.R. and Campo, R.J. 1985. Dry matter production and macronutrients concentration in two cultivares of sunflower (*Helianthus annuus* L.) under field conditions. In: Asagir IX Conferencia Internacional del Girasol - Tomo I. Mar del Plata - Argentina, pp.: 183-188.
16. Sfredo, G.J.; Sarruge, J.R.; Campo, R.J. 1985a. Accumulation of macronutrients by two sunflower (*Helianthus annuus* L.) cultivars under field conditions. In: Asagir. IX Conferencia Internacional del girasol. Tomo I. Mar del Plata, Argentina. pp: 189-194.
17. Valetti, D.E. y Migasso, N.A. 1985. Fertilización profunda en el cultivo de girasol. In: Asagir. IX Conferencia Internacional del girasol. Tomo I. Mar del Plata, Argentina. pp. 203-208.
18. Vranceanu, A.V. 1977. El girasol. Traductor A. Guerrero G. Mundi- Prensa, Madrid. 375 p.
19. Werner, B.J. 1983. Boron deficiency and toxicity symptoms. Fischer, G. Jena. p. 145.
20. Zubriski, J.C. and Zimmerman, D.C. 1974. Effects of nitrogen, phosphorus, and plant density on sunflower. Agronomy Journal. V.66. pp: 798-801.

0 / 0 / 0 / 0 /

Palmira, Abril 8 de 1987

Reproducido por:

DIVULGACION REGIONAL 6 I.C.A.

"Curso sobre Producción de Girasol"

Ibaguá, 10 de abril de 1987