

Efecto del déficit de humedad del suelo sobre el desarrollo del ajonjolí (*Sesamum indicum* L.).

Effect of soil humidity deficit on development of sesame (*Sesamum indicum* L.)

E. A. Finol Martínez

Resumen

Se realizaron ensayos con ajonjolí (*Sesamum indicum* L.), variedad "PIRITU", y el mutante inducido "107412", con el objetivo de estudiar el efecto del déficit de humedad sobre el rendimiento y otras características agronómicas, en suelos de los alrededores de Maracaibo. Los diferentes niveles de humedad se consiguieron regando cada: 3,5 días como testigo (F1), 7 días (F2), 14 días (F3), 21 días (F4) y 28 días (F5). Al incrementarse el déficit de agua en el suelo (F3, F4, y F5), se observó una drástica reducción de la biomasa y el rendimiento, con diferencias altamente significativas para ambos materiales ($P \leq 0,01$). El mutante 107412 resultó ser más resistente al ataque de plagas, más precoz en el inicio de la floración y con una menor cobertura vegetal que podría permitir una mayor densidad de siembra. El mayor valor de rendimiento (574 Kg/ha^{-1}), se obtuvo con el riego semanal (F2) y el mutante 107412, para un ciclo vegetativo acortado a 90 días (20 días menos). Los valores de consumo de agua se compararon mediante un análisis de simulación de lluvias con una probabilidad de ocurrencia del 70%, determinándose la posibilidad de sembrar el mutante "107412" durante el segundo ciclo de lluvias (Septiembre - Noviembre), y alcanzar rendimientos probables de 600 Kg/ha^{-1} .

Palabras clave: ajonjolí, frecuencia de riego, déficit de humedad, mutante.

Abstract

Trials with sesame (*Sesamum indicum* L.) variety "PIRITU" and the induced "107412" mutant, were conducted to study the effect of the deficit of humidity on yield and other agronomical characteristics, in soils surrounding Maracaibo. The different levels of humidity were achieved watering each: 3,5 days as the control (F1), 7 days (F2), 14 days (F3), 21 days (F4) and 28 days (F5). A drastic reduction of the biomass and yield was observed when water deficit was increased (F3, F4, and F5), with highly significant differences for both sub-

stances ($P \leq 0.01$). The mutant 107412 turned out to be more resistant to insect attack, more precocious in the beginning of the flowering and with a smaller vegetable covering that could permit a higher plant density. The biggest yield value (574 Kg/ha^{-1}), was obtained with weekly watering (F2) and the mutant 107412, for a vegetative cycle shortened to 90 days (20 days less). The values of consumption of water were compared by an analysis of simulation of rains with a probability of occurrence of 70%, thus determined the possibility of growing the mutant "107412" during the second cycle of rains (September - November), and obtaining probable yields to 600 Kg/ha^{-1} .

Key words: sesame, frequency of irrigation, deficit of humidity, mutant.

Introducción

En los últimos años se ha venido generando una gran preocupación por el abastecimiento de aceites y grasas vegetales comestibles, ya que ocupan el tercer lugar entre los alimentos indispensables, después de los cereales y los derivados animales (5), la FAO considera estos renglones como alta prioridad, lo que revela la preocupación del organismo al avizorar futuros problemas que se hacen necesarios prevenir. Según Mazzani y Layrisse (7), en Venezuela se ha incrementado el mercado de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.), para confitería, haciéndose necesaria la selección de cultivares con grano apto para consumo directo y buen comportamiento agronómico. Por esto se ha realizado esta experiencia, en la época seca (sin lluvias), para tratar de conocer cuales son las necesidades reales del cultivo de ajonjolí, para las condiciones de suelo y clima de la planicie de Maracaibo donde se cultiva para la fabricación artesanal de confites y productos afines.

Oropeza *et al.* (9), en un estudio sobre las zonas potenciales para el cultivo del ajonjolí, consiguieron que los mutantes inducidos rinden 300 Kg/

ha mas que los controles, conformados por sus materiales parentales.

Según Oropeza (10), el Organismo Internacional de Energía Atómica (IAEA), con sede en Viena, a través del Centro de Investigaciones Aplicadas a la Agricultura (CINAGRI), con sede en Maracay y adscrito a la Universidad Central de Venezuela (UCV), ha recomendado que las líneas de mutantes inducidos sean objeto de ensayos oficiales para conocer en detalle lo relacionado a su establecimiento y potencial desarrollo bajo diferentes manejos, en comparación a los materiales de los cuales estos fueron originados. Se plantea la necesidad de trabajar en el mejoramiento del ajonjolí, para mejorar su productividad y adaptación a las condiciones semiáridas del trópico, recomendando la variedad "PIRITU" y su mutante 107412 pues han dado lugar a plantas más productivas, con rendimientos cercanos a 950 Kg/ha^{-1} y una mayor resistencia a plagas y enfermedades.

Rincón y Silva (11), evaluaron un total de 17 cultivares de ajonjolí en suelos arenosos de la Mesa de Guanipa, observando que los de ciclo corto (90

días) e intermedio (103 días), presentan mejores rendimientos que las de ciclo largo (115 días), como es el caso del "PIRITU". Los primeros alcanzaron rendimientos promedios de 1100 Kg/ha⁻¹ y este ultimo 879 Kg/ha⁻¹.

Cabrera y Rincón (1), encontraron que la variedad "PIRITU" presenta en un suelo franco arenoso una capacidad de extracción de agua con un desarrollo del 60% de su sistema radical en los primeros 25 cm del perfil del suelo; esta longitud radical por horizonte fue un reflejo del patrón de enraizamiento. La variedad "PIRITU" al ser sometida a periodos de sequía registra una disminución del 41% de su máximo desarrollo vegetal, alcanzado en plantas cultivadas sin restricción de agua.

Cabrera y Rincón (2), reportan que al comparar la respuesta de tres cultivares de ajonjolí a diferentes ciclos de déficit hídrico, el cultivar "PIRITU" alcanzó los más elevados valores en el índice para demostrar la habilidad intrínseca del genotipo para superar el estrés hídrico, lo que le permitió mostrar él mas alto potencial de rendimiento para condiciones sin restricción de humedad, pero es también altamente afectado por el déficit hídrico tardío, que corresponde a la suspensión del riego a los 60 días

de sembrado. Cabrera y Rincón (2), citaron que la mayor sensibilidad del cultivo al déficit hídrico corresponde al periodo de floración.

Méndez *et al.* (8), estudiaron las interrelaciones entre las características del suelo y su contenido de humedad y su efecto sobre los caracteres vegetativos y reproductivos en tres variedades de ajonjolí, encontrando que las plantas con un mayor diámetro del tallo tendieron a florecer mas temprano, pero las más altas, o con mayor altura de la primera cápsula, tendían a ser mas tardías.

Mazzani (6), observó que en una secuencia de 10 años, en condiciones de clima y suelo diferentes (campo experimental del CENIAP, Maracay), el ajonjolí, sembrado como segundo cultivo y en la época seca, aprovechando la humedad que queda en el suelo luego de la temporada de lluvias, obtuvo rendimientos aceptables (500-600 Kg/ha⁻¹), hasta sobresalientes (más de 1.000 Kg/ha⁻¹). La repercusión de la escasez de humedad es mayor sobre la biomasa aérea que sobre la producción de semilla, con un valor máximo de rendimiento (1636 Kg/ha⁻¹), que coincidió con cantidades de lluvias máximas caídas (527 mm de agua), durante el periodo de floración y fructificación.

Materiales y métodos

El ensayo se llevó a cabo en la zona correspondiente a los alrededores de Maracaibo, subsector semiárido, zona de vida Bosque muy seco tropical según Holdridge, donde las precipitaciones se incrementan de norte a sur y de este a oeste, con un mínimo

de 500 mm anuales y un régimen de distribución bimodal, con dos picos que ocurren en los meses de Abril-Mayo y Septiembre-Octubre. La evaporación presenta valores promedios de 2.500 mm anuales, con una temperatura promedio de 27,8 °C (4).

Las tierras se han clasificado como clase VII-CS, en el sistema de manejo 1. La unidad geomorfológica corresponde a glacis coluviales finiterciario conservado y disectado. Son suelos profundos de texturas medias, con incremento de arcilla en el perfil y texturas livianas en superficie (0-40 cm), con un drenaje que se considera bueno a excesivo. Los suelos pertenecen a la serie "El Jardín", altiplanicie del final del terciario, posiblemente el pleistoceno, formación "El Milagro", clasificado como miembro del Typic Haplagird. Se puede localizar un horizonte argílico (Bt), a profundidad variable. Una textura areno-francosa en los primeros 40 cm de profundidad y franco arcillo-arenosa a partir de 40 a 50 cm de profundidad. La estructura predominante en el estrato 0-40 cm es de grano simple con una densidad aparente de $1,8 \text{ gr/cm}^3$; en los estratos más profundos predomina la estructura blocosa subangular débil, con una densidad aparente que oscila $1,7 \text{ gr/cm}^3$ (4).

El diseño de campo fue el de Parcelas Divididas completamente aleatorizadas.

Los genotipos utilizados fueron la variedad "PÍRITU" (p) y su mutante 107412 (m).

Las frecuencias de aplicación de agua utilizadas fueron: 3,5 días (F1), 7 días (F2), 14 días (F3), 21 días (F4) y 28 días (F5)

La parcela experimental tenía como características: una longitud de 10 m, un ancho de 3 m, 5 hileras por parcela, una separación entre hileras de 0,6 m y la separación entre plantas producto de la siembra a chorro

corrido.

Las practicas culturales realizadas en la parcela experimental fueron: 1) preparación de tierras: pases de rastra a 30, 20 y 1 días antes de la siembra, 2) siembra a chorro corrido, 3) fertilización con fórmula completa (12 - 24 -12), a razón de 300 Kg/ha^{-1} , 4) riego por surcos sin salida de agua al pie, 5) raleo a los 15 días de la siembra, 6) control de malezas en forma manual, cada 15 días y 7) cosecha en forma manual en el hilo central de cada parcela.

Se tomaron registros de: 1) suelos: descripción del perfil, densidad aparente (muestreador UHLAND), curva de retención de humedad (olla y plato de presión), infiltración (pruebas de infiltración en surcos) y redistribución del agua en el perfil del suelo (muestreo de suelo); 2) clima: precipitación (Estaciones climatológicas: "La Cañada" y "El Mojan"); 3) parámetros vegetales: altura de planta (cm), profundidad de raíz (cm), inicio de floración al 50% (días), altura de la primera cápsula formada (cm), número de cápsulas por axila (n°), cobertura vegetal (%), y rendimiento en semilla (Kg/ha^{-1}) y 4) Humedad del suelo: muestras de suelo antes y después de cada riego, tomadas con barreno, para determinar el consumo de agua del cultivo.

Con los datos de las estaciones meteorológicas de El Mojan y La Cañada, ubicadas al norte y sur de la planicie de Maracaibo, respectivamente, se llevo a cabo el estudio de simulación de lluvias con un 70% de probabilidad, para analizar las reales posibilidades del cultivo sin riego

(secano). La estimación de los valores de precipitación efectiva (cuadro 3), se realizó con la ecuación del servicio de conservación de suelos de USA, citada por Grassi (5), y se comparó con los valores de consumo de agua registrados.

Resultados y discusión

Parámetros vegetales.

Los parámetros vegetales se vieron afectados por la frecuencia de aplicación del agua y el cultivar, observándose en la mayoría de los casos diferencias altamente significativas, para los materiales y tratamientos estudiados (cuadros 1, 2a y 2b). Solamente el número de cápsulas por axila mantuvo una condición constante (una cápsula por axila para cada tratamiento y genotipo).

Al aumentar la tensión hídrica del suelo, por la reducción el contenido de humedad, se observó la disminución de algunas características como: la altura, profundidad de la raíz, desarrollo foliar (cobertura Vegetal), inicio de la floración (50%), altura de la primera cápsula y rendimiento en semilla (cuadro 1).

La altura de las plantas y la profundidad de exploración de la raíz, presentaron diferencias en cuanto a la variación de la frecuencia de aplicación de agua, disminuyendo sus valores en la medida que se espaciaba el riego. No se presentaron diferencias significativas entre los dos genotipos estudiados (cuadros 2a y 2b). Los valores máximo y mínimo de profundidad radical fueron 45,5 cm (PIRITU), y 30,3 cm (107412), lo que coincide con las investigaciones de

El análisis estadístico se realizó a través de pruebas de regresión (mínimos cuadrados), varianza y diferencias de medias (Tukey). Se utilizó el paquete SAS (Statistical Analysis System).

Cabrera y Rincón (1), en las cuales esta variedad, sembrada en suelo franco arenoso, desarrolla el 60% de su raíz en los primeros 25 cm del perfil de suelo.

Los valores de cobertura vegetal y número de ramas arrojaron diferencias altamente significativas entre el "PIRITU", el mutante 107412, y los tratamientos asignados (cuadros 1, 2a y 2b).

La característica del "PIRITU" de ramificar (3 a 5 ramas), le permite alcanzar una mayor cobertura del terreno, mientras que el mutante 107412 al no ramificar origina un menor cubrimiento del área; esto permitiría pensar en una mayor densidad de siembra para el mutante "107412".

Al disminuir la frecuencia de aplicación de agua se incrementó el número de ramas por planta en el Píritu; para la frecuencia de aplicación de agua cada 3,5 días registró 3 ramas por planta, lo que se incrementó a 4 ó 5 ramas por planta para el riego cada 28 días.

El inicio de la floración (50%), presentó diferencias altamente significativas, con una mayor precocidad en el mutante 107412 y una diferencia máxima de hasta 8 días de antelación del proceso con respecto al

Cuadro 1. Valores de los parámetros vegetales del ajonjolí y su consumo de agua para los diferentes tratamientos de riego.

Parámetros vegetales	Piritu					Mutante 107412				
	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5
Altura de plantas (cm)	173,4	153,5	119,2	114,3	77,3	165,9	154,2	118,6	112,2	91,1
Profundidad de la raíz (cm)	45,5	43,3	39,8	35,5	38,8	42,8	47,3	37,8	37,3	30,3
Cobertura vegetal (%)	67,0	77,0	60,3	52,3	44,0	54,0	63,3	51,3	42,0	36,8
Inicio de la floración al 50% (días)	38,8	39,5	39,8	41,3	43,5	32,3	31,5	36,0	37,5	37,8
Número de ramas por planta (N° R)	3	3,5	3,5	4,5	4,5	1	1	1	1	1
Altura de la 1° cápsula (cm)	101,1	70,9	57,4	52,6	35,3	77,2	49,0	46,0	49,1	42,4
Rendimiento en semilla (Kg/ha ⁻¹)	717	507	605	478	359	760	574	481	380	320
Consumo total de agua (mm)	272,6	227,9	108,6	97,3	85,9	253,6	241,4	138,8	102,4	77,0
Consumo en la fase vegetativa (mm)	73,4	68,6	29,9	12,3	14,9	54,5	37,5	29,4	14,1	9,5
Consumo en la fase reproductiva (mm)	199,2	159,3	78,7	85,0	71,0	199,1	203,9	109,4	88,3	67,5

Cuadro 2a: Análisis de regresión y varianza sobre los parámetros vegetales medidos.

	Análisis de regresión								Análisis de varianza							
	Altp	Prof	Cob	Flor	N° R	Altc	N°cap	Rend	Altp	Prof	Cob	Flor	N° R	Altc	N°cap	Rend
R ²	0,933	0,419	0,687	0,880	0,991	0,706	0,991	0,581	0,968	0,558	0,867	0,934	1,000	0,816	1,000	0,678
FR	**	**	**	**	**	**	N.S.	**	**	**	**	**	**	**	N.S.	**
M	N.S.	N.S.	**	**	**	**	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	**	**	**	**	N.S.	N.S.
FR*M	N.S.	**	**	N.S.	**	**	N.S.	**	*	N.S.	N.S.	**	**	**	N.S.	N.S.

Altp: altura de plantas; Prof: profundidad de la raíz; Cob: cobertura vegetal; N° R: número de ramas; Altc: altura de la primera cápsula; N° cap: número de cápsulas por axila; Flor: inicio de la floración; Rend: rendimiento en semilla. R²: coeficiente de correlación.

FR: frecuencia de riego.

M: material (p: "PIRITU"; m: mutante 107412).

* Diferencia significativa.

** Diferencias altamente significativas.

N.S.: diferencia no significativa.

Cuadro 2b. Prueba de Tukey para parametros vegetales medidos.

Prueba de Tukey								
	Altp	Prof	Cob	Flor	N° R	Altc	N°cap	Rend
FR	A: F1 B: F2 C: F3 y F4 D: F5	A: F2, F1 y F3 B: F4 y F5 C: F4 y F5	A: F2 B: F1 y F3 C: F2 y F1	A: F5 y F4 B: F4 y F3 C: F1	A: F5 y F4 B: F3 y F2	A: F1 B: F2, F3, F4 y F5	A: F1, F2, F3, F4, F5 C: F4 y F5	A: F1 B: F3, F2 y F4
M	A: m-p	A: m-p	A: p B: m	A: p B: m	A:p B: m	A:p B: m	A: m-p	A: m-p

Altp: altura de plantas; Prof: profundidad de la raíz; Cob: cobertura vegetal; N° R: número de ramas; Altc: altura de la primera cápsula; N° cap: número de cápsulas por axila; Flor: inicio de la floración; Rend: rendimiento en semilla.

M: material (p: "PIRITU"; m: mutante 107412).

FR: frecuencia de riego.

Cuadro 3: Simulación de lluvias y rendimiento probable en la planicie de Maracaibo

	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total	Lugar
Precipitación efectiva (mm)	31,5 27,0	47,0 61,0	7,0 22,0	0,0 0,0	86,2 110,0	La Cañada El Mojan
Tratamiento	Lámina consumida (mm)				Rendimiento (Kg/ha ⁻¹)	
F1-m	43,7	161,9	48,0	0,0	253,6	760
F2-m	31,9	150,2	59,3	0,0	241,4	574
F3-m	16,8	70,0	52,0	0,0	138,8	481
F4-m	12,4	42,0	48,0	0,0	102,4	380
F5-m	9,2	31,8	36,0	0,0	77,0	320
F1-p	38,5	176,1	58,0	0,0	272,6	717
F2-p	31,3	142,6	54,6	0,0	227,9	507
F3-p	13,2	57,4	38,0	0,0	108,6	605
F4-p	9,2	46,1	42,0	0,0	97,3	478
F5-p	12,4	37,8	35,7	0,0	85,9	359

F1: riego cada 3,5 d. F2: riego cada 7 d. F3: riego cada 14 d. F4: riego cada 21 d. F5: riego cada 28 d.
m: mutante (107412). p: "Píritu"

“PIRITU”; el mutante 107412 floreció entre los 31 y 38 días, después de la siembra, mientras el “PIRITU” lo hacia entre los 39 y 44 días (cuadros 1, 2a y 2b). El efecto de retardo, al disminuir la frecuencia del riego, fue claramente observado, lo que refleja la necesidad de la humedad necesaria en el suelo en esta etapa del ciclo del cultivo. Es necesario acotar la precocidad del mutante en cuanto a este parámetro y establecer la similitud con las conclusiones de Méndez *et al.* (8), quienes encontraron que este factor es afectado por el crecimiento vegetativo del cultivo ya que las plantas más altas, o con mayor altura de la primera cápsula, tienden a ser más tardías, caso específico del “PIRITU” (cuadro 1).

La altura de la primera cápsula se vio afectada por las diferentes frecuencias de aplicación de agua, disminuyendo su valor en la medida que se incrementaba la tensión hídrica del suelo, por riegos menos frecuentes. También hubo diferencias altamente significativas entre los materiales de siembra (cuadros 1, 2a y 2b).

La mayor altura de la primera cápsula del “PIRITU” puede relacionarse los valores más tardíos de inicio de la floración, condición esta similar a lo observado por Méndez, Medina *et al.* (8), aun cuando no hubo diferencias significativas entre la altura de planta de los dos materiales.

El rendimiento en semilla solo presenta diferencias altamente significativas con respecto a los tratamientos, pero entre ambos genotipos no registra diferencias. Los valores máximos se consiguieron con

la frecuencia de aplicación de agua cada 3,5 días (F1), con 760 y 717 Kg/ha⁻¹, para el mutante y el patrón, respectivamente. Los valores mínimos estuvieron en el orden de 320 y 359 Kg/ha⁻¹ con la frecuencia de aplicación de agua cada 28 días (cuadros 1, 2a y 2b). Debe destacarse que, como lo describe Mazzani (6), la repercusión de la escasez de humedad es mayor sobre la biomasa aérea que sobre la producción de semilla, ya que aunque se presento diferencias significativas entre la cobertura de los dos materiales estudiados, no las hubo para el rendimiento que estas tuvieron.

Al relacionar este parámetro con el inicio de la floración podemos observar que coincide el máximo rendimiento con la floración más temprana, la que esta afectada por la frecuencia de aplicación de agua, respuesta similar a la conseguida por Mazzani (6), quien encontró que el máximo rendimiento coincide con cantidades de lluvias máximas caídas durante el periodo de floración y fructificación.

Consumo de agua y simulación de lluvias.

Los valores máximos de consumo de agua estuvieron entre los 272 y 253,6 mm, para el “PIRITU” y el mutante respectivamente, destacándose el hecho de que el mayor registro se dio durante la fase reproductiva del cultivo, con un promedio del 80% del total utilizado. Estos registros fueron decreciendo en la medida que se restringía la aplicación de agua al suelo, observándose los menores valores de consumo de agua para el mutante

107412 (cuadro 1).

Con los datos de las estaciones meteorológicas de El Mojan y La Cañada, ubicadas al norte y sur de la planicie de Maracaibo, respectivamente, se llevo a cabo el estudio de simulación de lluvias con un 70% de probabilidad, estimándose que existe

la posibilidad de alcanzar un rendimiento entre 500 a 600 Kg/ha⁻¹, al sembrar estos materiales en la zona norte de la planicie y al inicio del periodo de lluvias, ya que este requiere un total de 108,6 mm y las precipitaciones pueden proveer alrededor de 110 mm de agua.

Conclusiones

Al aumentar la tensión hídrica de la rizósfera del ajonjolí, se origina una significativa reducción en su desarrollo y rendimiento. La reducción del contenido de humedad del suelo, produjo una disminución de la actividad metabólica, afectando: altura de la planta, profundidad de la raíz, desarrollo foliar (cobertura Vegetal), inicio de la floración (50%), altura de la primera cápsula y rendimiento en semilla.

El inicio de la floración en los dos genotipos, fue claramente afectado por el déficit de humedad generado en los tratamientos aplicados, originándose un retardo en la medida que se espaciaba la aplicación de agua con el correspondiente incremento de la

succión de la matriz del suelo. Esta etapa se presenta como la fase más critica dentro del ciclo de cultivo del ajonjolí.

El ensayo permite observar la capacidad, del "PÍRITU" y su mutante inducido "107412", para poder superar el estrés hídrico producto del creciente déficit de humedad a que fue sometido.

La variedad "PÍRITU", y su mutante inducido 107412, podrían lograr rendimientos aceptables bajo la siembra de secano, en los alrededores de la Planicie de Maracaibo para el segundo ciclo de lluvias (Septiembre-Diciembre). El valor probable de 600 Kg/ha⁻¹, supera el valor del rendimiento promedio del cultivo que se ubica en el orden de 350 Kg/ha⁻¹ (10).

Recomendaciones

Deben realizarse ensayos similares en otras épocas del año, para poder estudiar el efecto que podría tener la variación de las condiciones climáticas sobre los aspectos analizados. También deben probarse otras variedades con sus respectivos mutantes.

Deben realizarse experimentos

con diferentes espaciamentos de siembra, para saber como afectarían estos la relación agua-suelo-planta en el Ajonjolí.

Se recomienda realizar ensayos del cultivo de ajonjolí (Píritu y su mutante), durante el segundo ciclo de lluvias (Septiembre-Noviembre), en los alrededores de la Planicie de

Maracaibo, para determinar si es posible obtener rendimientos

aceptables, por encima del promedio nacional.

Literatura citada

1. Cabrera de Bisbal, E. y C. Rincón. 1.996. Efecto de ciclos de sequía en la extracción de agua por cultivares de ajonjolí en el periodo reproductivo. FONAIAP. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Maracay. Agronomía Tropical 47: 141-160.
2. Cabrera de Bisbal, E. y C. Rincón. 1.997. Índice de susceptibilidad a la sequía de tres variedades de ajonjolí. FONAIAP. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Maracay. Agronomía Tropical 47: 425-439.
3. CINAGRI, 1989. Proyecto "Centro de investigaciones nucleares aplicadas a la agricultura (Ven/5/009 y Ven/86/007). Jornadas de evaluación. Area: Mejoramiento vegetal. Maracaibo. Venezuela.
4. COPLANARH, 1974. Inventario nacional de tierras. Región del lago de Maracaibo. Comisión del plan nacional de aprovechamiento hidráulico. Ministerio de Agricultura y Cría. Publicación N° 34. Caracas. Venezuela.
5. Grassi, C. 1988. Fundamentos del riego. CIDIAT. Mérida. Venezuela. 409 p.
6. Mazzani, B. 1.999. Investigación y tecnología del cultivo del ajonjolí en Venezuela. CONICIT ISBN 980-6020-54-5 / FUNDACITE ARAGUA ISBN 980-327-509-7. Ediciones del CONICIT. URL: <http://ajonjolí.sian.info.ve>
7. Mazzani, E. y A. Layrisse. 1.995. Selección de cultivares de ajonjolí por características físicas del grano. FONAIAP. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. UCV. Facultad de Agronomía. Instituto de Genética. Maracay. Venezuela. Agronomía Tropical 46: 251-264.
8. Mendez, J., L. Medina, J. Fendel, y J. Merazo. 1.998. Relaciones entre características del suelo y la planta en tres variedades de ajonjolí sometidas a diferentes prácticas de manejo. Escuela de Ingeniería Agrícola. UDO. Revista BÍOAGRO 10(2): 48-56.
9. Oropeza, F., N. Noguera y M. Vilá. 1.987. Experiencias de Ajonjolí en el Zulia. Trabajo presentado en el Curso sobre manejo del Ajonjolí en Venezuela. Maracaibo. 28 - 31 de junio LUZ. MAC. CORPOZULIA. FONALI. FONAIAP. 19 p.
10. Oropeza, F. 1.989. Mejoramiento genético del ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) utilizando mutaciones inducidas. Trabajo de Ascenso para la categoría de Profesor Titular. La Universidad del Zulia. Facultad de Agronomía. Maracaibo, Venezuela. Xp.
11. Rincón, C. A. y L. C. Silva. 1.993. Evaluación de variedades de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.), en época de lluvia en la Mesa de Guanipa, Edo Anzoátegui, Venezuela. FONAIAP. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Maracay. Agronomía Tropical 47(3-4): 127-143.