

LOS TERPENOIDES EN LA GERMINACION DE LA CAÑA DE AZUCAR EL CYPERUS ROTUNDUS L. Y SU POSIBLE ACCION

Jesús E. Larrahondo A.
CENICAÑA

Carlos Acevedo L.
Departamento de Química
Universidad del Valle

Resumen

De los rizomas del *Cyperus rotundus L.* (coquito), la cual es una maleza muy distribuida en cultivos de interés comercial en el Valle del Cauca, se obtuvo mediante destilación por arrastre a vapor un aceite esencial que contenía cuatro principales sesquiterpenos, siendo el más abundante la α -ciperona. Estos compuestos fueron identificados mediante análisis combinados en el sistema CG-EM (cromatografía de gases-espectrometría de masas). Un bioensayo para determinar la acción de los sesquiterpenos del aceite esencial del coquito en la germinación y desarrollo de la caña de azúcar fue efectuado a nivel de laboratorio con semilla vegetativa de la variedad MZC 74275, observándose un efecto estimulante en esta planta.

INTRODUCCION

En recientes años los aceites esenciales y algunos terpenoides que se han identificado en varias especies vegetales han conformado un nuevo grupo de reguladores de crecimiento en las plantas. Talwar y Kanwar reportaron en 1984 (6) la acción de terpenoides como la santonina 1, zerumbona 2

e isopatchoulenona 3 en la germinación de la variedad de caña de azúcar CoJ64, observando que una concentración de estos compuestos de 100 a 1000 mg/L producían incrementos entre 50 y 88% en el porcentaje de germinación de las yemas. Estos autores también encontraron que el aceite esencial de *Cyperus scariosus* en una concentración de 1000 mg/L producía un incremento del 62.5% en la germinación, siendo el sesquiterpeno isopatchoulenona 3 uno de sus mayores componentes (Figura 1).

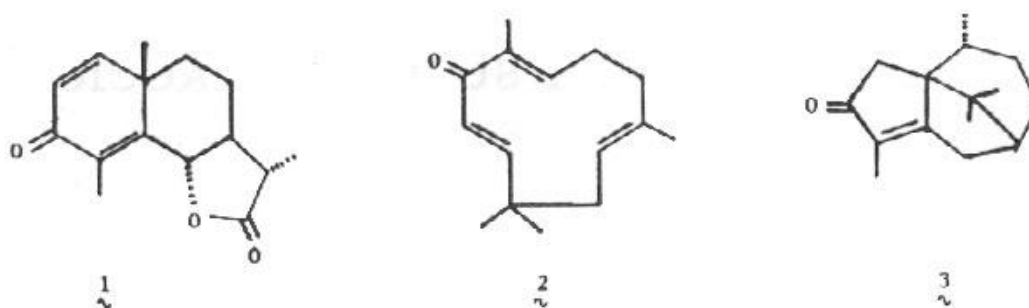


Figura 1. Terpenoides de importancia en el control de germinación de semilla vegetativa de caña de azúcar.

El *Cyperus rotundus* L., conocido en el Valle del Cauca como coquito, es una maleza de amplia distribución en las zonas tropicales, reportándose en la medicina oriental la utilidad de los rizomas para el tratamiento de enfermedades de la mujer (3). En cultivos de caña de azúcar de la región del Valle del Cauca es seriamente combatida por su gran habilidad competitiva, puesto que puede causar pérdidas considerables, aún en cultivos de porte alto y crecimiento masivo como la caña de azúcar. El *Cyperus rotundus* puede producir hasta 40.000 kg/ha de biomasa y se ha mencionado que sustancias biológicamente activas que se encuentran en los rizomas del coquito son ácidos fenólicos que probablemente pueden producir efectos inhibitorios (alelopatía) en la germinación y el crecimiento de otras plantas (5). Lucena en 1974 (5) realizó ensayos de germinación con semillas de sorgo, crotalaria, avena y soya tratadas con extractos de rizomas de coquito, observando inhibición en la germinación de estas semillas. Sin embargo, en 1976 los investigadores Japoneses Hiroshi Hikino y Keitaro Aota (4) reportaron la presencia de sesquiterpenos en el aceite esencial de rizomas del coquito, lo cual condujo a explorar y estudiar bajo las condiciones del Valle

del Cauca la composición y efecto del aceite esencial del *Cyperus rotundus* en semilla vegetativa de caña de azúcar.

PARTE EXPERIMENTAL

Métodos generales

Los análisis por CG-EM (cromatografía de gases-espectrometría de masas) se efectuaron utilizando un equipo Finnigan Mat 1020 equipado con una columna capilar SE-54 (30 m × 0.25 mm d.i.) y operado a 70 eV. Se utilizó helio como gas de arrastre a 2 mL/min y la temperatura de la columna se programó entre 70 y 220°C. El índice de refracción del aceite esencial se determinó en un refractómetro de Abbe (American Optical).

Obtención del aceite esencial de *Cyperus rotundus* L.

Rizomas de *Cyperus rotundus* L. fueron colectados en campos de cultivo de caña de azúcar ubicados en los municipios de Guacarí y Florida. El material vegetal molido (5.0 kg) fue sometido a una destilación por arrastre con vapor hasta obtener veinte (20) litros de destilado. Una parte de esta solución acuosa (2.0 L) fue utilizada a nivel de laboratorio en los bioensayos de germinación y desarrollo de la caña de azúcar. El resto del destilado fue extraído tres (3) veces con eter etílico, el cual se secó con sulfato de sodio anhidro, se filtró y concentró al vacío produciendo un aceite esencial de color pardo claro, con un rendimiento del 0.1% basado en el peso seco de los rizomas.

Análisis del aceite esencial de *Cyperus rotundus* L.

El índice de refracción y densidad del aceite esencial fue, respectivamente, de 1.49 y 0.96.

Se inyectó 0.3 μ L del aceite esencial en el sistema CG-EM, obteniéndose datos cromatográficos y espectrales de cuatro principales compuestos con tiempos de retención de: 14.7, 16.3, 22.0 y 24.0 minutos y concentraciones relativas, respectivamente, de: 5.84(%), 2.40(%), 15.80(%) y 8.94(%). El Cuadro 1 presenta la composición elemental de los iones moleculares y los principales fragmentos de cada compuesto.

Compuesto	Tiempo de retención (min)	m/z (Intensidad relativa, %)
1	14.7	204(100%, M ⁺ , C ₁₅ H ₂₄), 189(79), 175(21), 161(47), 147(28), 133(36), 119(60), 105(61), 91(49), 41(66).
2	16.3	204(3%, M ⁺ , C ₁₅ H ₂₄), 189(8), 121(31), 108(100), 93(57), 41(22).
3	22	218(100%, M ⁺ , C ₁₅ H ₂₂ O), 203(16), 189(17), 175(68), 161(49), 147(64), 133(60), 119(48), 55(46), 41(96).
4	24	262(37%, M ⁺ , C ₁₇ H ₂₆ O ₂), 220(59), 202(10), 187(20), 173(17), 159(67), 145(69), 131(66), 119(42), 105(48), 91(41), 79(25), 55(27), 43(100).

Cuadro 1. Iones principales en el espectro de masas de los compuestos del *Cyperus rotundus* L.

Evaluación del efecto del *Cyperus rotundus* L. en la germinación y desarrollo de la caña de azúcar

Se efectuó un ensayo de laboratorio para evaluar la acción de los compuestos del aceite esencial del *Cyperus rotundus* L. en la germinación y crecimiento de yemas de caña de azúcar (semilla vegetativa).

Se seleccionó la variedad de caña de azúcar MZC 74275. Se colocaron 30 trozos de caña de una yema, por cada tratamiento, en bandejas de plástico, utilizándose los siguientes tratamientos, incluyendo el testigo o control.

1. Control-agua destilada.
2. Destilado a vapor, diluído al 50% (equivalente a 125 mg/L del aceite esencial).
3. Destilado a vapor, sin diluir (equivalente a 250 mg/L del aceite esencial).

Diariamente, durante tres días consecutivos las yemas de caña de azúcar de cada tratamiento fueron humedecidas con 150 mL de la solución correspondiente, dejándolas en reposo bajo condiciones de laboratorio ($25 \pm 2^\circ\text{C}$)

durante 10 días, registrándose los siguientes promedios de germinación y crecimiento.

Tratamiento	Germinación (%)	Crecimiento (cm)
Control	73	2.3
Destilado a vapor diluído al 50%	87	7.2
Destilado a vapor sin diluir	77	7.0

RESULTADOS Y DISCUSION

Acción del aceite esencial del *Cyperus rotundus* L. en la germinación y desarrollo de la caña de azúcar

Después de diez (10) días de la aplicación de las soluciones acuosas de aceite esencial del coquito a las yemas de caña de azúcar se observó, con relación al control, un incremento promedio del 19% en la germinación y un crecimiento tres veces mayor en el tratamiento con destilado a vapor, diluído al 50% (concentración equivalente de 125 mg/L de aceite esencial). El tercer tratamiento registró un 5.5% de incremento en la germinación y un crecimiento tres veces mayor con relación al testigo. Estos resultados indican que el aceite esencial de rizomas de *Cyperus rotundus*, al igual que el *Cyperus scariosus* ya reportado (6), posee factores reguladores de crecimiento y que posiblemente su acción se podría deber a compuestos terpenoides. Este estudio preliminar sugiere la posible efectividad de soluciones diluídas del aceite esencial de coquito para estimular la germinación y desarrollo del cultivo de la caña de azúcar.

Análisis e identificación de los principales componentes del aceite esencial del *Cyperus rotundus* L

El aceite esencial presentó un índice de refracción de 1.49 y una densidad de 0.96, lo cual sugiere un mayor porcentaje de hidrocarburos terpénicos o alicíclicos oxigenados, según el criterio descrito por Domínguez (1).

El análisis de cromatografía y de espectrometría de masas indicó la presencia de cuatro principales componentes (Figura 2). El mayor componente del aceite (15.8%) correspondió a un compuesto de fórmula molecular: $C_{15}H_{22}O$ (M^+ , m/z 218), obtenido de su espectro de masas. El patrón de fragmentación de este compuesto (Figura 3) sugiere la presencia de α -ciperona, sesquiterpeno característico, aislado de especies de la familia *Cyperaceae*.

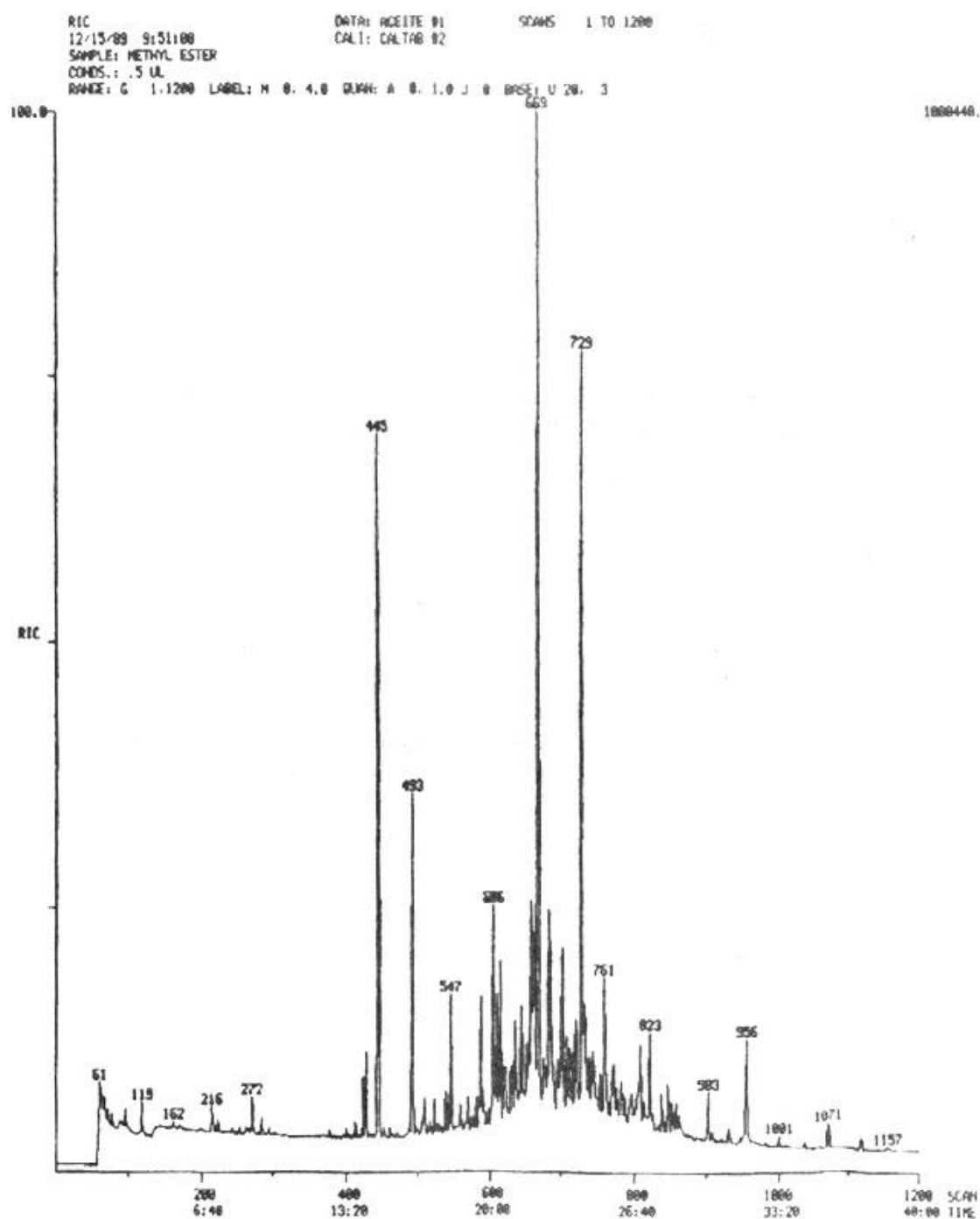


Figura 2. Cromatograma (CG) del aceite esencial de rizomas del *Cyperus rotundus* L.

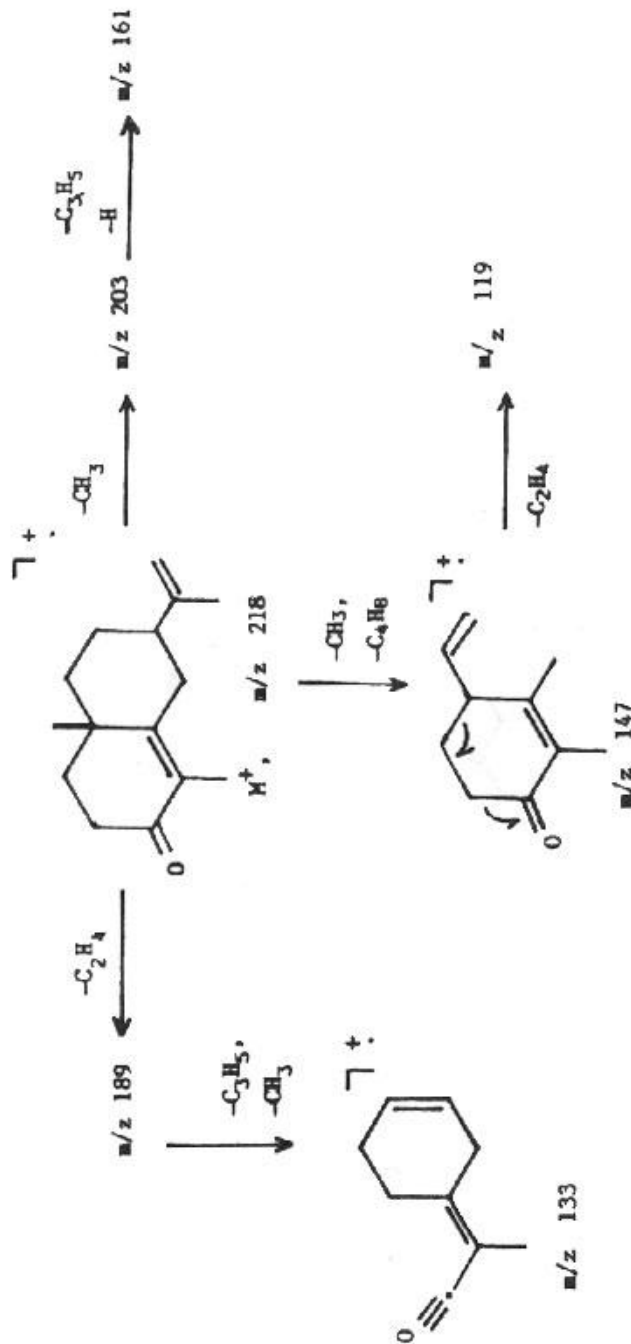


FIGURA 3. Principales fragmentos de masas de la α -cipperona.

Figura 3. Principales fragmentos de masas de la α -cipperona.

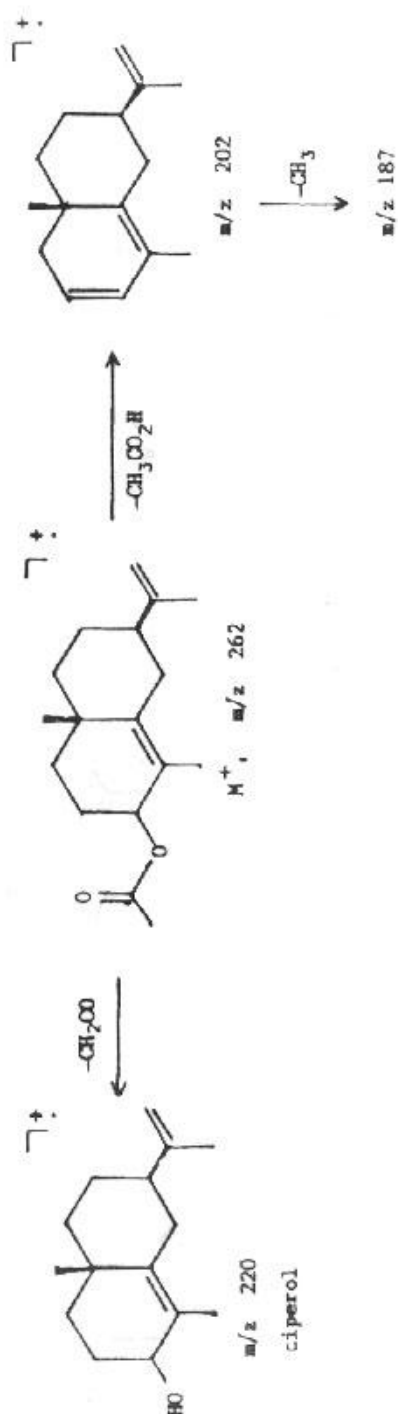


FIGURA 4. Principales fragmentos de masas del acetato de ciperol.

Figura 4. Principales fragmentos de masas del acetato de ciperol.

El segundo componente de importancia en el aceite representó el 8.94% de la mezcla y su espectro de masas mostró un ión molecular de masa 262 correspondiente a la fórmula $C_{17}H_{26}O_2$, con fragmentos típicos de m/z 43 y m/z 202 (Figura 4) para el grupo acetato. Por otro lado, el ión fragmentario de m/z 220 (59%) de este compuesto, corresponde a una fórmula condensada de $C_{15}H_{24}O$ lo cual, unido a los posibles mecanismos de fragmentación, evidencia la presencia de un núcleo de sesquiterpenos del grupo eudesmano y más específicamente del α -ciperol aislado por investigadores Japoneses (3) de especies de *Cyperaceae* (Figura 4). Por consiguiente se deduce que este segundo componente del aceite esencial es un acetato de α -ciperol.

El tercer mayor componente se encontró en una concentración de 5.84% y presentó un ión molecular de masa 204 consistente con la fórmula molecular del sesquiterpeno $C_{15}H_{24}$. El espectro de masas mostró los fragmentos de m/z 189 (79%), 175 (21%), 161 (47%), 147 (28%) y 41 (66%) característicos de sesquiterpenos del grupo eudesmano (1). La estructura molecular de este terpenoide del aceite esencial del *Cyperus rotundus*, aunque conocida, no ha sido reportada hasta la fecha en esta especie vegetal.

El cuarto componente de mayor importancia en el aceite esencial se encontró en un porcentaje del 2.4%, de acuerdo al análisis de cromatografía de gases. El espectro de masas reveló un ión molecular a m/z 204 para una fórmula molecular de $C_{15}H_{24}$, isómero del compuesto descrito anteriormente, pero de diferente patrón de fragmentación. El espectro exhibió un pico base en m/z 108, que de acuerdo con las fragmentaciones principales (Figura 5) de sesquiterpenos, permite establecer una estructura idéntica a la del aristolocheno aislado e identificado en un extracto de raíces de la planta *Aristolochia indica* (familia *Aristolochiaceae*) (2). Este resultado podría ser de utilidad en la formulación de hipótesis quimiotaxonómicas y transformaciones biogénicas de los sesquiterpenos en el *Cyperus rotundus*.

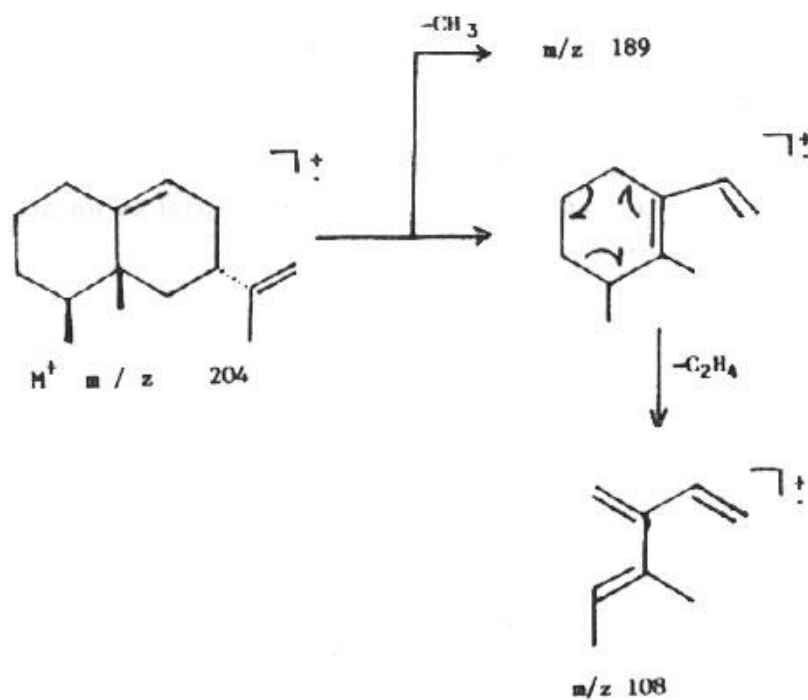


Figura 5. Principales fragmentos de masas del sesquiterpeno Aristolocheno.

CONCLUSIONES

- El aceite esencial de los rizomas del *Cyperus rotundus L.* (coquito), que predomina en los campos del Valle del Cauca, contiene principalmente cuatro sesquiterpenos, de los cuales sobresale por su contenido la α -ciperona y el acetato de ciperol.
- Los terpenoides y especialmente los sesquiterpenos se han constituido en un nuevo grupo de reguladores de crecimiento de las plantas. El presente estudio sugiere una acción estimulante de los sesquiterpenos del aceite esencial del *Cyperus rotundus L.* en el desarrollo y germinación de semilla vegetativa de caña de azúcar. Otros estudios complementarios a nivel de invernadero y campo podrían ayudar a confirmar estas observaciones.

AGRACEDIMIENTOS

Los autores manifestamos nuestros agradecimientos al recordado y desaparecido profesor Holguer Bastos, al profesor Jaime Restrepo, a la Química Pilar Ospina del Departamento de Química de la Universidad del Valle y al Doctor Jorge S. Torres, Director del Programa de Agronomía de CENICAÑA por su entusiasta apoyo y al Doctor Rodrigo Caro por suministrar el material vegetal evaluado.

Bibliografía

1. Domínguez, X.A. *Métodos de Investigación Fitoquímica*, p.229, Editorial Limusa, México (1973).
2. Govindachari, T.R., Mohamed, P.A. and Parthasarathy, P.C. *Tetrahedron*, 26. 615 (1970).
3. Hikino, H., Aota, K. and Takemoto, T. *Chem. Pharm. Bull.* 15, 1929 (1967).
4. Hikino, H., and Aota, K. *Phytochemistry*, 15, 1265 (1976).
5. Leihner, D., Doll, J. y Fuentes, C.L. "Interacción con los cultivos", p.27. Centro de Investigación de Agricultura Tropical (CIAT), Palmira (1982).
6. J. Talwar, K.K. and Kanwar, R.S. *Sugar Cane*, 1,13 (1984).