

# EVALUACION DE DAÑOS CAUSADOS POR *Diatraea* spp. EN SEMILLA VEGETATIVA EN CAÑA DE AZUCAR<sup>1</sup>

Jorge A. Escobar G.\*  
Juan Raigosa B.\*\*

## RESUMEN

Este trabajo consiste en la evaluación del programa de Manejo Integrado de Plagas (MIP) sobre las suertes candidatas como semilleros, y muestra la evolución del problema en el período 1976/84, con base en datos de 113 suertes destinadas total o parcialmente para semilla, con las variedades POJ 2878, MEX 5229 y CP57603. Las variables porcentaje de intensidad de infestación, porcentaje de yemas dañadas por *Diatraea* spp. y porcentaje de longitud interna de los tallos afectados por los daños secundarios, se toman como base del estudio.

En el período considerado, la reducción en el problema del *Diatraea* ha sido del orden del 84% en términos de intensidad de infestación y del 88% en términos de yemas perforadas. Se encontró una alta asociación entre el daño externo (% I.I. + %c YP) con el daño interno, pudiéndose predecir éste mediante la expresión  $\%DI = 0,5479 DE$ , modelo que explica el 99,76% de la variación en las medias, dentro del rango 0 a 12% de daño externo.

Se propone como criterio de decisión para rechazar una suerte como semillero, si el daño en yemas (por cualquier causa) excede del 3% o si la suma del % de intensidad de infestación + % de yemas dañadas excede del 5%.

Se registra por primera vez la presencia de un tipo de daño en yemas de la variedad CP 57603, cuyo agente causal aún no ha sido establecido, caracterizado por el "raspado" de las yemas. Este daño es en la actualidad tanto o más importante que el causado por *Diatraea* spp.

## INTRODUCCION

El Ingenio Providencia S.A. cuenta con un área total de 15.250 has. discriminadas en: tierras propias, cuentas en participación, administración directa y asistencia técnica. Para el año de 1984 se calcula que es necesario disponer de 270 has. como semilleros comerciales, esto es un 1,8% del área total. La relación de siembra es de 10 has. por cada ha. de semillero.

En el caso de siembras comerciales para la Empresa es necesario revisar áreas dos o tres veces mayores que las a cosechar, con el fin de seleccionar los campos fitosanitariamente más indicados como semilleros. En ellos se ha estimado una producción promedio de 80 Ton/ha., que a precios de 1984 (\$2.000/ton.) representan 43,2 millones de pesos/año.

En caña de azúcar, como en todos los cultivos comerciales, la calidad de la semilla determina en buena parte la producción que debe esperarse a la cosecha. Esta calidad comprende diferentes aspectos, como sus características varietales, el vigor vegetativo, la edad adecuada para corte y muy especialmente su estado fitosanitario.

La caña que se cosecha para semilla vegetativa debe tener entre 6 a 8 meses de edad; en esta edad se presenta el

mayor crecimiento vegetativo y se espera que plagas como el *Diatraea* spp. ataquen de preferencia al cultivo perforando los tallos y las yemas.

Desde 1971, el Ingenio Providencia S.A. viene desarrollando un programa de manejo integrado de plagas en caña de azúcar; anualmente se rinden los informes técnico-administrativos y con alguna periodicidad se realizan evaluaciones que permiten juzgar la marcha del programa y hacer los ajustes que la experiencia recogida indique. En esta ocasión se mostrarán los efectos del programa en relación al daño por *Diatraea* spp. en semilla vegetativa de caña.

Dentro del manejo general de *Diatraea* spp., en los campos comerciales del Ingenio se incluyen las suertes o campos como candidatos a semilleros. Por lo tanto, se recopiló la información de cinco años no consecutivos con los objetivos siguientes:

Evaluar el avance logrado en el Programa de Manejo Integrado de Plagas en semilleros de caña de azúcar, estudiando la evolución de la intensidad de infestación y el porcentaje de yemas dañadas por *Diatraea* spp.

Establecer la relación funcional entre el daño externo (en entrenudos y yemas) con el daño interno en tallos, como mecanismo que permitiría al Programa de Manejo Integrado de Plagas reducir los costos asociados al muestreo.

Proponer algunos criterios objetivos que permitan establecer una regla de decisión para aceptar o rechazar una suerte o campo como semillero comercial de caña.

1 Trabajo presentado al XI CONGRESO DE SOCOLEN - Pasto 25-27 Julio/84.

\* Profesor Asociado. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional. Apartado Aéreo 234. Palmira.

\*\* Jefe Departamento Agronomía, Ingenio Providencia, S.A. Apartado Aéreo 224, Palmira.

En adición a los objetivos principales se presenta un informe preliminar en relación a un nuevo tipo de daño en semilleros, en particular en la Variedad CP 57603, cuyo agente causal no se ha podido precisar.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### TIPOS DE SEMILLA VEGETATIVA

Según Ayalde et al. (1973) como semilla vegetativa de caña de azúcar pueden usarse diferentes materiales, así:

**Semilla de Cogollo.** Este material puede obtenerse de los campos cosechados para el molino, tiene la principal ventaja de ser relativamente barato; como desventajas se le han anotado: mezcla de variedades, presencia de enfermedades graves como Raquitismo de las socas y Raya Clorótica.

**Semilla de plantilla o soca.** Este es el caso de cortar material como semilla procedente de campos plantillas o de varias socas. Tiene como ventajas el aprovechamiento de todo el tallo, es relativamente barato y la calidad de la semilla puede ser aceptable.

**Semilla de semilleros.** Es la más recomendada pues sus ventajas son mayores y se traduce en buen crecimiento de las plantaciones futuras; sus ventajas son: excelente calidad de la semilla; buen porcentaje de germinación, pureza de la variedad, control de enfermedades, menor incidencia de plagas, mejores condiciones nutricionales de la semilla.

### DAÑOS POR INSECTOS EN LOS SEMILLEROS

Las plagas que atacan la caña en los semilleros pueden distinguirse en pre- siembra así:

*Metamasius hemipterus* L.  
*Rhynchophorus palmarum* L.  
*Diatraea* spp.

*M. hemipterus* y *R. palmarum* (Coleoptera: Curculionidae) forman un complejo de picudos que atacan la semilla de caña; los adultos de estas dos especies son atraídos a los frentes de corte por la fermentación de los trozos, pues al fraccionar los tallos quedan dos superficies expuestas; allí los machos se alimentan y las hembras

depositan sus huevos a veces hasta 5 mm debajo de la superficie. Cuando la semilla infestada por picudos se deposita en el surco y se tapa, los huevos de las especies plagas dan origen a larvas que inician la destrucción del tejido que como reserva alimenticia tiene la semilla; a veces llegan a la yema ya germinada haciendo su daño desde el fondo, por lo cual es común observar cogollos secos después de 45-60 días de sembrada la semilla. Como las larvas de los picudos tienen duración hasta de dos meses, una larva puede llegar a dañar varias yemas.

Las larvas de *Diatraea* spp. también pueden estar en la semilla de caña, generalmente en las yemas y desde luego éstas no germinan. En otros casos, las larvas pueden estar atacando los entrenudos, lo cual propicia que la semilla se descomponga y se vea afectada por microorganismos del suelo como hongos y bacterias, lo cual disminuye la germinación.

Después de que la semilla germina y se establece la población de tallos, *Diatraea* spp. se considera el problema principal como plaga del semillero. Las larvas perforan los tallos tiernos y causan los llamados "Cogollos muertos". Cuando los tallos engruesan y se presentan las yemas, las larvas de la plaga prefieren este tejido por ser más blando y perforan por ahí los tallos.

### GERMINACIÓN DE LA SEMILLA VEGETATIVA

La germinación consiste en una transición de la latencia a los estados activos de las yemas, siendo un fenómeno complejo caracterizado por cambios en los constituyentes alimenticios y la activación de enzimas y sustancias reguladoras de crecimiento; el vigor de los brotes depende del grado de integración que se logre entre los factores internos y externos que afectan a la semilla (López, 1984). Este autor recomienda cortar los tallos por la mitad del entrenudo, no solo para tener el máximo de nutrientes sino también para proteger la yema del ataque de plagas y enfermedades que penetran por el corte. No obstante, se ha demostrado que yemas con una pequeña cantidad de entrenudo pueden germinar, pero el crecimiento se reduce gradualmente.

En 1977, Salamanca y Díaz realizaron en el Ingenio Providencia S.A., un trabajo sobre el efecto del manejo de la semilla vegetativa en dos variedades de caña; estimaron el precio por yema en \$0,07 y \$0,08 para CP 57503 y POJ 2878, respectivamente, sobre la base de \$560 por tonelada de semilla. A los precios de 1984 el costo de una yema se estima en \$0,25 para CP 57603 y en \$0,28 para POJ 2878; esta diferencia se debe a que la primera variedad tiene 783 yemas más por tonelada de semilla que la segunda.

La respuesta en germinación para las variedades en cada sitio está definida tanto por los efectos de genotipo y manejo, como por factores tales como temperatura, oportunidad de las lluvias, láminas y frecuencia de riego, condiciones de suelo, etc. Vivas (1982) detectó diferencias en la precocidad y en el porcentaje de germinación entre las variedades POJ 2878 y CP 57603; en cuanto a la cantidad de agua aplicada, observó menores necesidades en POJ 2878. La variedad CP 57603 es positivamente sensible a láminas de riego altas y cuando ellas ocurren hay un incremento notorio en germinación, población, altura de los tallos y peso verde de las plantas. Salamanca y Díaz (1977) encontraron mayores porcentajes de yemas dañadas por insectos en CP 57603 (4,32%) en comparación con la POJ 2878 (2,12%), cuando desenterraron la semilla a los 60 días después de la siembra.

Trabajos experimentales realizados en el Ingenio Providencia, con la variedad POJ 2878, muestran una gama amplia en el porcentaje de germinación, con valores extremos de 52,3 a 86,3 como promedios de algunos tratamientos en diferentes ambientes (localidad y tipo de experimento). Para la variedad CP 57603 los valores han variado entre 45,9 y 82,9 (Tabla 1).

Cenicña (1982) reporta valores promedios de germinación para diez localidades de 50,1 y 45,0 para las variedades POJ 2878 y CP 57603, respectivamente, cifras que contrastan con valores de más de 80% obtenido por Salamanca y Díaz (1977), con un manejo óptimo de la semilla; ello muestra la posibilidad de reducir los costos de siembra no solo por el valor de la semilla sino también por el alce, transporte y distribución de menor cantidad de semilla.

TABLA 1. Evaluación de la germinación en los trabajos experimentales realizados en el Ingenio Providencia S.A.

AUTOR(ES)	Año	Tipo de ensayo	Descriptor	POJ 2878 <sup>1/</sup>	CP 57603
González y Hernández	1974	Protecc. de semilla (Insecticidas)	Samaria Guadualito	52,6/63,6 62,4/69,5	
Muñoz y Espinosa <sup>2/</sup>	1976	Protec. de semilla (Fungicidas)	La Paz	74,0/84,6	
Salamanca y Díaz <sup>3/</sup>	1977	Manejo de semilla	Comercial Mejorado Optimo	68,9 78,8 86,3	62,3 79,7 82,9
CENICAÑA	1982	Comparac. varied.	Ing. Provid.	52,3	45,9
CENICAÑA	1982	Comparac. varied.	Promedio de 10 localidades	50,1	45,0

1/ Cuando se registran dos valores, el primero corresponde al promedio del testigo absoluto y el segundo al tratamiento de mayor germinación.

2/ Evaluaron germinación desenterrando la semilla a los 45 días después de siembra.

3/ Evaluaron germinación desenterrando la semilla a los 60 días después de siembra.

Conviene precisar que no existen para la evaluación de la germinación criterios unificados en cuanto al área, número de sitios, período o días después de siembra (dds). La mayoría de lecturas reportadas fueron realizadas entre 30 y 60 dds, unos desenterrando la semilla y otros no. Se sabe que a los 45 días después de siembra la caña ya ha iniciado el macollamiento, Muñoz y Espinosa (1976) estimaron un "índice de proliferación" relacionando el número de tallos por metro lineal con las yemas germinadas por metro lineal, cuando desenterraron la semilla a los 45 días después de siembra, obteniendo valores que oscilan entre 1,20 y 1,69.

## MATERIALES Y METODOS

El Ingenio Providencia S.A. está localizado en la parte central del Valle geográfico del río Cauca, pertenece al municipio de El Cerrito en el Departamento del Valle del Cauca. La altura sobre el nivel del mar es de 1.000 - 1.300 m y la temperatura promedio de 24°C.

## SUMINISTRO Y MANEJO DE LA SEMILLA VEGETATIVA

La semilla de caña para iniciar un semillero básico debe proceder de un campo o suerte de primer corte o plantilla o de una primera soca; puede ase-

gurar la pureza de la variedad que se desea multiplicar y que su edad esté entre los 6 a 8 meses. El corte de los tallos como semilla de caña, debe hacerse de preferencia con obreros especializados con el fin de evitar daños a las yemas o maltrato en el manipuleo de la semilla.

El obrero cosecha los tallos a ras de suelo, luego procede a retirar manualmente las hojas del mismo; para esta labor no debe usarse machete porque se corre el riesgo de dañar o lastimar las yemas; cada tallo, dependiendo de la variedad, se corta en trozos de 45-60 cms, los cuales tienen cada uno tres o cuatro yemas. Los trozos se depositan cuidadosamente sobre un armazón de hierro donde se amarran en paquetes de 30 ó 50 semillas, usando para ello manilas o bandas de caucho. Los paquetes se colocan "encarrados" y se procede a un tratamiento de aspersión de los cortes con un fungicida, para prevenir daños por hongos especialmente del suelo. Lo anterior si la semilla es para semilleros o suertes comerciales.

Si la semilla se destina a un semillero básico, una vez se corta el tallo se desfogolla y se retiran las hojas adheridas al mismo; los tallos largos se depositan en góndolas para trasladarlos hacia la planta de tratamiento con calor.

La planta actual del Ingenio Providen-

cia S.A. es para tratamiento con aire caliente y en ella se puede tratar una tonelada de semilla sometiéndola a una temperatura de 54°C por ocho horas. En estas condiciones se ha considerado que la semilla queda relativamente libre de las enfermedades Raya Clorótica y Raquitismo de las socas. Después del tratamiento térmico, la semilla regresa al campo donde es fraccionada y tratada con el fungicida, como se indicó para el caso de siembra en una suerte comercial.

La siembra se realiza depositando la semilla (trozos de caña) en el fondo del surco de manera que asegure una densidad de 10 yemas viables por metro lineal del surco. La semilla se tapa manual o mecánicamente y en seguida se efectúa el primer riego de germinación que puede ser por aspersión o gravedad, según las condiciones de preparación del terreno. De aquí en adelante el semillero recibe tratamientos comerciales para la producción de caña tales como: control de malezas, fertilizaciones, riegos y control de plagas.

## PROGRAMA DE MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS (MIP)

El Departamento de Agronomía del Ingenio tiene entre sus actividades el manejo Entomológico, y con personal especializado, viene realizando libera-

ciones y evaluaciones periódicas. Para disminuir la infestación de *Diatraea* spp. en los campos comerciales, dentro de los cuales están incluidos los futuros semilleros, se tiene establecido desde 1971 un programa consistente en:

Liberaciones de *Trichogramma* spp. desde uno a tres meses de edad de la caña. Este parásito de huevos de la especie plaga, se libera en cantidades de 30 pulgadas cuadradas por hectárea en fechas diferentes, espaciadas 8 a 15 días una de la otra.

Recolección manual de larvas, entre 3-4 meses de edad de las cañas, si la presencia de cogollos muertos como síntoma de ataque por *Diatraea* spp. así lo indica.

Liberaciones de Dípteros y/o Himenópteros parásitos de larvas de *Diatraea* spp. De la mosca *Paratheresia claripalpis* Wulp así como de *Metagonistylum minense* Tonwsend se recomienda liberar 12-14 parejas por hectárea y del himenóptero *Apanteles flavipes* Cameron se libera un gramo de cocones por hectárea.

Las liberaciones de parásitos de larvas sean dípteros o himenópteros, se realizan entre los 3 y los 6 meses de edad de la caña, distribuyendo la dosis en varias liberaciones, con el fin de cubrir diferentes generaciones del insecto plaga.

#### SISTEMA DE MUESTREO EN LOS SEMILLEROS

Una vez seleccionados los campos o suertes posibles para cosechar semilla, en base al área se calcula el número de cañas que se deben revisar por muestreo al azar, tomando 15 cañas por hectárea. Se hacen varias entradas a la suerte según el número total de cañas a revisar; personal de obreros entrenados retiran los tallos, les cortan el cogollo, los sacan de la suerte o campo al callejón hasta completar la muestra.

En el callejón, parejas de obreros se encargan de contar el número de entrenudos por cada tallo y los entrenudos perforados por *Diatraea* spp. Es importante anotar que al contar los entrenudos se deben descartar aquellos de los extremos que no estén completos pues, a veces se tiene porción de entrenudos pero sin yema. También se

cuentan el número de yemas por tallo y las yemas dañadas por *Diatraea* spp. o con "daño nuevo". Se registra (en metros) la longitud de cada tallo y éste se abre longitudinalmente midiendo la zona interna afectada por daños secundarios de hongos y bacterias que dan al tejido de la caña una coloración rojiza y en ocasiones negra, dependiendo de lo avanzado del daño.

Desde Enero de 1984, se ha registrado otro daño en los semilleros de caña, especialmente en la variedad CP 57603, cuyo agente causal no se ha podido precisar. Este daño que se ha denominado "daño nuevo", se caracteriza por una destrucción total de la yema, a diferencia de *Diatraea* spp. que sólo perfora la misma; en el "daño nuevo", se observa una destrucción o raspado de todo el tejido quedando una depresión en el sitio que ocupaba la yema. Este daño se localiza principalmente en el tercio medio del tallo donde las yemas están más expuestas; hacia el cogollo, lo mismo que en la parte basal del tallo, no se ha registrado.

#### TABULACION Y MANEJO DE LA INFORMACION

Todos los datos de las mediciones de campo se tabulan en un formato especial que se diligencia en la Oficina, para obtener los parámetros siguientes:

$$\text{Intensidad de infestación por } \textit{Diatraea} = \frac{\text{Entrenudos perforados} \times 100}{\text{Entrenudos totales examinados}} \\ (\% \text{ I.I.})$$

$$\text{Porcentaje de yemas perforadas } \textit{Diatraea} = \frac{\text{Yemas perforadas} \times 100}{\text{Yemas totales examinadas}} \\ (\% \text{ Y.P.})$$

$$\text{Porcentaje de yemas daño nuevo } (\% \text{ YDN}) = \frac{\text{Yemas daño nuevo} \times 100}{\text{Yemas totales examinadas}} \\ (\text{Sólo a partir de Enero/84})$$

$$\text{Longitud } \% \text{ de tallo afectado } (\% \text{ LTA}) = \frac{\text{Longitud (m.) afectada} \times 100}{\text{Longitud total (m.) examinada}}$$

cialmente para semilla, con variedades POJ 2878, MEX 5229 y CP 57603 (Tabla 2).

El número de hectáreas destinadas para semilla de una determinada variedad, está condicionado al plan de siembra en áreas nuevas y renovación de suertes definido para un año y zona en particular. Vale la pena observar que la variedad CP 57603, no obstante los problemas fitosanitarios que presenta, sigue siendo el material más propagado (tres cuartas partes del área evaluada en el período considerado); en los dos últimos años Mex 5229 presenta un notable incremento, por sus excelentes condiciones agronómicas y resistencia a plagas y enfermedades.

Para el manejo estadístico de la información relacionada con intensidad de infestación por *Diatraea*, porcentaje de yemas perforadas y porcentaje de la longitud de tallos internamente afectados, se emplearon tablas de frecuencia, medias ponderadas, rangos de variación, y técnicas de regresión para relacionar el daño externo (% entrenudos afectados más % de yemas perforadas) con el daño interno (% de la longitud del tallo afectado). Los resultados tienden a mostrar diferentes maneras de evaluar la bondad del programa de Manejo Integrado de Plagas en Caña de Azúcar, con particular énfasis en *Diatraea* en semilleros.

#### RESULTADOS Y DISCUSION

##### EVALUACION DEL PROGRAMA MIP EN SEMILLEROS

Para el presente trabajo se toma como punto de referencia 1976; la evalua-

TABLA 2. Número de suertes y superficie evaluada para *Diatraea* en caña para semilla.

Año	V A R I E D A D E S						TOTALES	
	Mex Ste.	5229 Has.	POJ Ste.	2878 Has.	CP Ste.	57603 Has.	Suertes	Has.
1976			6	64,31	8	126,02	14	190,33
1978							28	1/
1980			3	8,05	12	84,89	15	92,94
1983	5	75,11			25	475,87	30	550,98
1984	10	119,63	3	20,92	13	119,02	26	259,57 2/

1/ No se dispone de información sobre la variedad y área.

2/ Evaluaciones entre Enero y Abril del año en curso.

Nota: La relación de siembra implica 10 has por cada ha de semillero.

ción del porcentaje de Intensidad de Infestación (en lo sucesivo % I.I.) por *Diatraea* alcanzó para suertes pertenecientes al Ingenio un promedio de 6,57, con valores que oscilaron entre 2,81 y 11,4; estas cifras se elevan a 12,19% en promedio y la oscilación se amplía hasta 39,96, cuando se incluyen suertes correspondientes a colonos o proveedores, en las cuales no se realizan liberaciones de parásitos en forma sistemática.

En 1976, la cifra promedio del % I.I. para semilleros en el Ingenio estaba aproximadamente 2% por encima de la media general de la evaluación en suertes comerciales, hecho explicable si se tiene en cuenta la diferencia de edad en las cañas evaluadas y que dos de cada tres hectáreas de semilleros pertenecían a la variedad CP 57603, material bastante susceptible a *Diatraea* spp.

Conviene tener en cuenta que la susceptibilidad de la variedad CP 57603, el incremento en el área sembrada con ella en el Ingenio (a partir de 1976) y la falta de experiencia en su manejo entomológico, hizo que los promedios del % I.I. en suertes comerciales permanecieran prácticamente estacionarios entre 1976 y 1979 (Tabla 3).

La experiencia acumulada en el Programa de Manejo Integrado de Plagas ha permitido una drástica reducción del problema del *Diatraea*, en especial a partir de 1980, con valores por debajo del límite tolerable de daño (5,5%) en la Escala de Box. En términos promedios se estima para semilleros una reducción del orden del 84%, considerando sólo las suertes del Ingenio,

TABLA 3. Evaluación promedio de intensidad de infestación por *Diatraea* Período 1972-1984.

Año	Comerciales % I.I. 1/	Semilleros % I.I. 2/
1972	10,61	
1973	8,80	
1974	7,05	
1975	6,79	
1976	4,60	6,57 (12,19)
1977	4,64	
1978	5,59	5,52 ( 6,47)
1979	4,81	
1980	2,68	4,30
1981	1,67	
1982	1,78	
1983	1,61	2,77
1984		1,07

1/ Calculados teniendo en cuenta la superficie de cada una de las suertes cosechadas, con edades entre 13 y 16 meses.

2/ Evaluaciones realizadas en suertes o partes de suertes destinadas a semilla, con edades entre 6 y 8 meses. El número entre paréntesis es el promedio cuando se incluyen las evaluaciones realizadas en campos de colonos o proveedores. Para 1984 se incluye el período Enero-Abril.

del 91% si se incluyen las cifras correspondientes a colonos o proveedores.

Dadas las actuales cifras de la intensidad de infestación, Escobar y Raigosa (1982) han propuesto una redefinición de categorías en la escala para el juzgamiento del daño por *Diatraea* para casos de Ingenios en donde los programas de MIP vienen operando por varios años; consideran como grado "muy bajo" cuando la intensidad de infestación es menor o igual al 2%. Los porcentajes de suertes para semilla incluidas en esta categoría muestran una evolución satisfactoria, indicando que la distribución paulatinamente se desplaza hacia la izquierda. Para 1984, un alto porcentaje de las suertes evaluadas (3 de cada 4 aproximadamente) quedan incluidas en la categoría de "muy bajo" (Tabla 4).

Otra manera de apreciar la bondad del programa de MIP es mediante la reducción del porcentaje de yemas perforadas (% YP); en términos promedios se ha pasado de 2,29 a 0,27, lo cual significa una reducción del 88%

TABLA 4. Evolución de la intensidad de infestación de semilleros en siembras con la variedad CP 57603 en áreas nuevas.

Año	N <sub>i</sub> <sup>1/</sup>	Valor máximo	Promedio % I.I.	% Fr. (I.I. ≤ 2.0) 2/
1976	11	11,40	6,57	0,0
1978	25	15,03	5,52	20,0
1980	15	13,60	4,30	33,3
1983	30	15,34	2,77	50,0
1984	26	4,95	1,07	76,9

1/ Número de suertes evaluadas sin incluir cañas de colonos o proveedores.

2/ Porcentaje de suertes evaluadas con intensidad de infestación inferior a 2%.

**TABLA 5.** Resultados del Programa de Mip, juzgado en términos de porcentaje de yemas perforadas por *Diatraea*.

Año	N <sub>i</sub> <sup>1/</sup>	Valor máximo	Promedio %o YP	%o Fr. (YP ≤ 2.0) <sup>2/</sup>
1976	14	8,27	2,29	64,3
1978	28	7,01	1,74	71,4
1980	15	7,41	2,89	40,0
1983	30	8,09	0,85	90,0
1984	26	2,89	0,27	96,0

1/ Número de suertes evaluadas.

2/ Porcentaje de suertes evaluadas con yemas perforadas inferior al 2%o.

en el período considerado (Tabla 5). La reducción del problema ha sido más apreciable en los dos últimos años, lográndose que más del 90%o de las suertes evaluadas queden incluidas en la categoría de menor o igual de 2%o y durante 1984 todas las lecturas de YP estuvieron por debajo del 3%o.

Por tratarse de cuantificaciones realizadas sobre el mismo objeto (Tallos de caña de azúcar) y teniendo su daño el mismo agente causal, los porcentajes de yemas perforadas y la intensidad de infestación están biológicamente asociados. La acción de los parásitos de huevo y larva actúan como fuerzas biológicas sobre la población del *Diatraea*, la cual al reducirse permite mejorar la calidad de la semilla, presentándose con el tiempo un desplazamiento del daño (en yemas y entrenudos) hacia niveles cada vez menores. Gráficamente se puede rastrear la evolución del programa de MIP ubicado cada año en el plano cartesiano en base a las coordenadas representadas por los valores promedios de %o I.I. y %o YP (Figura 1).

**RELACION ENTRE EL DAÑO EXTERNO Y EL INTERNO**

Al existir asociación entre las mediciones del daño causado por *Diatraea* en los entrenudos (intensidad de infestación) y en las yemas (%o de yemas perforadas), se consideró conveniente definir como "daño externo" la suma de ellos, para relacionar el valor resultante con el daño interno, cuantificado éste en términos del porcentaje de la longitud del tallo que presenta daño secundario.

Los valores resultantes de D.E. (daño externo) = (%o I.I. + %o Y.P.) se clasificaron en seis categorías de acuerdo a los siguientes grados:

Daño externo		
Grado	Límites	No Obs.
Muy bajo	0 < D.E. ≤ 2	38
Bajo	2 < D.E. ≤ 4	18
Moderado	4 < D.E. ≤ 6	20
Medio	6 < D.E. ≤ 8	9
Severo	8 < D.E. ≤ 10	7
Muy severo	10 < D.E. ≤ 12	7

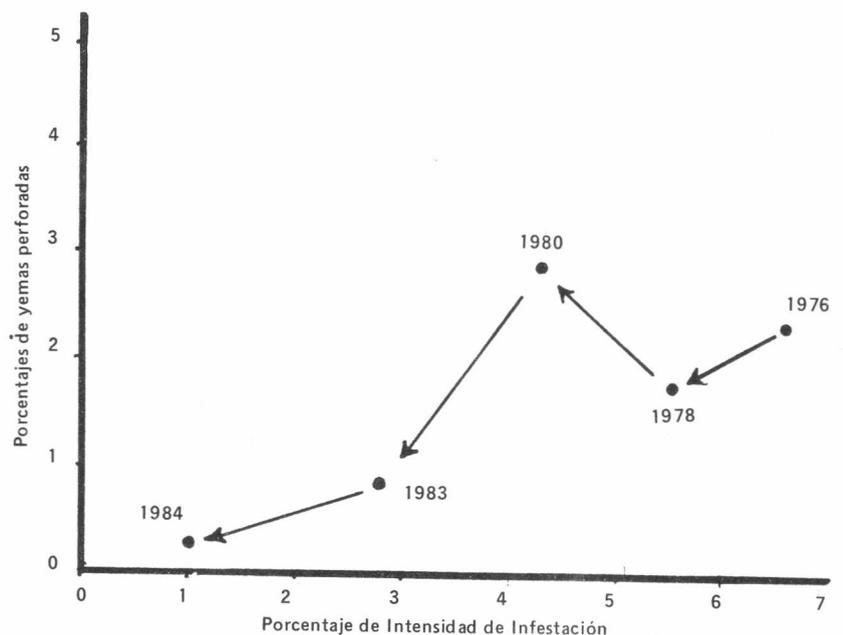
Debe tenerse presente que el tipo de relación funcional está condicionado a la amplitud seleccionada para las variables en consideración; dentro de la amplitud seleccionada de daño externo (0 a 12) la relación funcional visualizada mediante un diagrama de dispersión, muestra un carácter lineal

No se tomaron en consideración 14 suertes que presentaron cifras por encima de 12%o de daño externo, por ser valores poco usuales en la actualidad, que sólo se presentarían en campos de proveedores.

Para cada una de las categorías se calculó el promedio de daño externo y daño interno respectivo, a fin de establecer el grado de asociación y la relación funcional entre ellos (Tabla 6).

Esta técnica representa un mecanismo potencial para reducir costos del muestreo, pudiéndose predecir el daño interno, sin tener que abrir el tallo longitudinalmente. El coeficiente de correlación resultó altamente significativo, procediéndose a calcular la pendiente de un modelo lineal cuya recta pasa por el origen; como factor de ponderación se empleó el número de observaciones por categoría.

Con el modelo de regresión ponderado, ajustado por el método de mínimos cuadrados, se puede predecir el daño interno dentro del rango 0 a 12 de daño externo, mediante la expresión D.I. = 0,5479 D.E., modelo que explica un 99,76%o de la variación en las medias (R<sup>2</sup>) (Fig. 2). Aunque el coeficiente de determinación (R<sup>2</sup>) es bastante alto, conviene tener en cuenta que la variabilidad del daño interno se incrementa en las dos últimas categorías (Tabla 6). Se recomienda usar



**FIGURA 1.** Evolución del daño por *Diatraea* en el período 1976/84.

**TABLA 6.** Relación funcional entre el daño externo y el daño interno en suertes del Ingenio Providencia S.A.

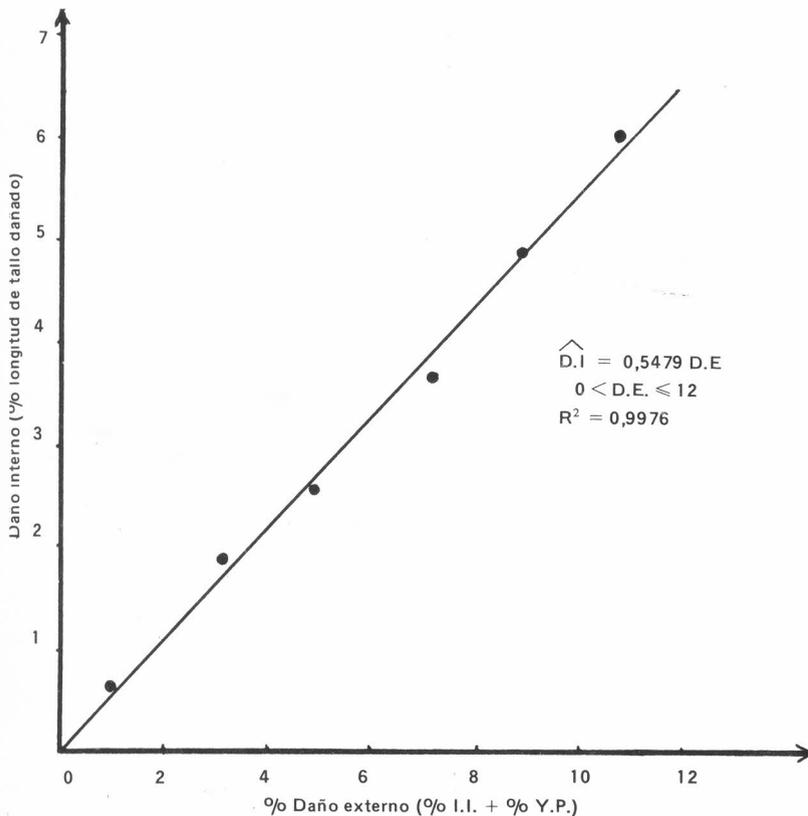
No.	Grado	N <sub>i</sub>	% D.E. = X <sub>i</sub>	% D.I. = Y <sub>i</sub>	S <sub>Y<sub>i</sub></sub> <sup>2*</sup>
1	Muy bajo	38	0,96	0,61	0,29
2	Bajo	18	3,05	1,88	1,06
3	Moderado	20	4,85	2,57	1,33
4	Medio	9	7,13	3,67	0,86
5	Severo	7	8,96	4,89	3,72
6	Muy severo	7	10,81	6,06	6,72

Cálculo de coeficiente de regresión ( $\hat{\beta}$ ) y coeficiente de determinación ( $R^2$ ) para recta que pasa por el origen:

$$\hat{\beta} = \frac{\sum_{i=1}^6 N_i \bar{X}_i \cdot \bar{Y}_i}{\sum_{i=1}^6 N_i \bar{X}_i^2} = 0,5479 \text{ (Coef. de regresión)}$$

$$R^2 = \text{S.C. Reg.} / \sum_{i=1}^6 N_i \bar{Y}_i^2 = 0,9976 \text{ (Coef. de determinación)}$$

\* Varianza de las observaciones de daño interno para la misma clase o grado de daño externo. Nótese la mayor variación en las dos últimas categorías.



**FIGURA 2.** Relación funcional entre daño externo y daño interno.

la ecuación ajustada sólo cuando el daño externo esté en un grado moderado o menor, en cuyo caso no habría necesidad de cuantificar el daño interno ya que éste sería inferior a 3,28%, resultante del producto del coeficiente de regresión (0,5479) por el límite superior del tercer grado (6%).

**CRITERIO DE DECISION PARA ACEPTAR SUERTES PARA SEMILLA**

El programa de MIP no ha tenido un criterio unificado para decidir cuándo debería rechazar una suerte para semilla. Es obvio que para situaciones ex-

temas (por lo muy bajo o muy alto de los valores de I.I. y Y.P.) es fácil tomar y justificar la decisión, no así en situaciones intermedias; para ellas la decisión ha dependido de factores ajenos a los resultados de la evaluación como serían: distancia de transporte de semilla, urgencia de siembra por factores de clima, necesidad de semilla de una determinada variedad, etc.

La experiencia acumulada en el programa y las reducciones apreciables en los valores de daño permiten mayores niveles de exigencia, a fin de garantizar alta calidad de la semilla. Al estar biológicamente asociados los daños en entrenudos y en yemas, parece razonable definir criterios de decisión involucrando ambos factores. Las cifras promedio en esta variable pasaron de (2,77 + 0,85) = 3,62 en 1983 a (1,07 + 0,27) = 1,34 para 1984. En términos individuales las 26 evaluaciones realizadas en 1984 muestran para esta variable una oscilación entre 0 y 7,084, estando el 77% de ellas entre 0 y 2% y el 96% de las suertes entre 0 y 4% de daño externo.

Para el caso del *Diatraea* es satisfactoria la evaluación del programa de Manejo Integrado de Plagas por sus resultados tanto en cañas comerciales (para molienda) como en semilleros, estando los niveles de daño en 1984 por debajo de los límites económicamente tolerables.

Sin embargo, empieza a surgir otro problema en caña para semilla, como es el "daño nuevo" caracterizado por un "raspado" de las yemas. Evaluaciones preliminares (sólo para cuatro suertes) presentan valores porcentuales de daño en yemas entre 2,9 y 18,4%, en la variedad CP 57603, lo cual convierte este daño en un problema tanto o más importante que el *Diatraea* spp.

La mayor incidencia de este problema en la variedad CP 57603, a lo cual si se le agregan los problemas fitopatológicos de Carbón y Roya, parecen indicar que a corto plazo este material será desplazado por otras variedades o al menos circunscrita su siembra a suertes aisladas con mayor vigilancia fitosanitaria.

Para una siembra comercial de caña de azúcar a distancia de 1,5 metros entre

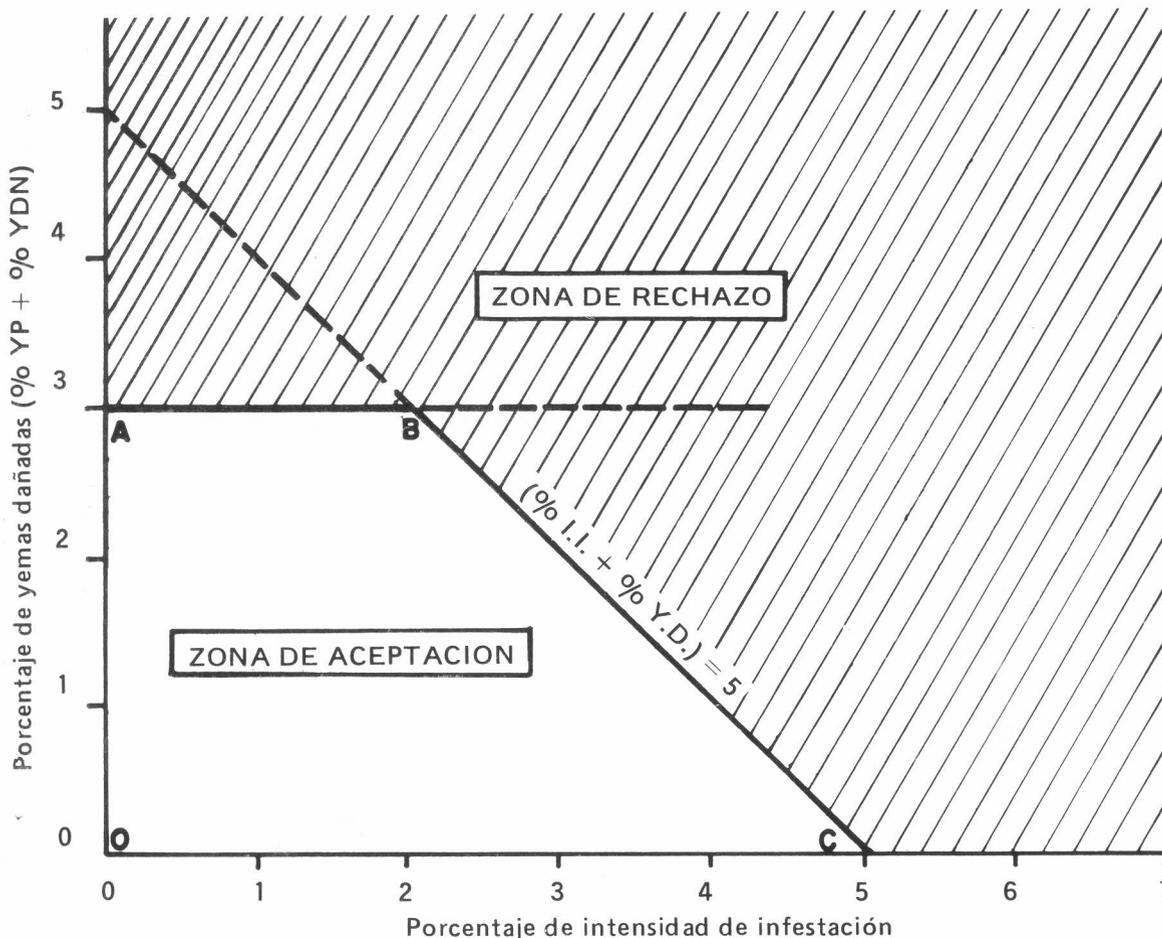


FIGURA 3. Esquemización del criterio de decisión para rechazar suertes como semillero.

surcos y 10 yemas viables por metro lineal de surco se requieren 66.666 yemas por hectárea, que a precio de \$0,25 cada una representan un costo de \$16.666.50; si se considera en teoría una pérdida máxima tolerable de \$500/Ha., el porcentaje de yemas dañadas (yemas perforadas por *Diatraea* YP + yemas con "daño nuevo" YDN) debería mantenerse en un valor inferior al 3%.

La intensidad de infestación también deteriora la calidad de la semilla y usualmente su cuantificación es superior al que se reporta por yemas dañadas. Como se indica en la Tabla 4, en los muestreos correspondientes a 1984 el valor máximo fue de 4,95 y en la escala de Box valores de I.I. por debajo de 5,5% se consideran de grado bajo o daño económicamente tolerable. En la escala propuesta por Escobar y Raignosa para ingenios azucareros con programa de MIP el grado "muy bajo" es menor o igual al 2%. Por lo anterior se propone en los casos en que el muestreo arroje cifras mayores del 2% en I.I., el límite tolerable de % YD +

% I.I. se amplíe al 5%.

Simbólicamente los criterios de decisión podrían resumirse en:

Sea % YD = (% YP + % YDN)  
 Si % YD > 3%, rechace la suerte como semillero.  
 Si (% YD + % I.I.) > 5%, rechace la suerte como semillero.

En la figura 3 se esquematiza la propuesta y la zona de aceptación quedaría definida por los puntos dentro de la región ABCO. La recta BC constituye el lugar geométrico en donde (% YD + % I.I.) = 5.

Si acorde con la regla de decisión ahora adoptada se juzga al conjunto de los campos evaluados pertenecientes al Ingenio, puede obtenerse para cada uno de los años estudiados al % de suerte rechazables y el "Índice de Rechazo" (IR) el cual se calcula con base en las áreas, pues las suertes no tienen la misma superficie. Simbólicamente se tendría:

$$I.R. = \sum_{j=1}^r A_j^* \sum_{k=1}^n A_k$$

j = 1, 2, ..., r (rechazables)  
 k = 1, 2, ..., n (evaluadas).

Siendo  $A_j^*$  el área de una suerte rechazable, con base en la regla de decisión adoptada.

A continuación se resumen los resultados del juzgamiento "a posteriori", sin incluir campos pertenecientes a colonos o proveedores; es digno de resaltar que de 1980 hacia atrás, 60% o más de las suertes revisadas tendrían que haber sido rechazadas como semilleros, lo cual contrasta con los valores obtenidos en los dos últimos años.

Otra manera quizás la más práctica de juzgar la eficiencia del programa MIP es mediante el cálculo del área de suertes candidatizadas que se deben revisar para lograr 100 hectáreas aceptables de semillero.

A fin de establecer una metodología general se define la siguiente simbología:

Año	EVALUADAS		RECHAZABLES		% Rechazo	I.R.
	No.	Area	No.	Area		
1976	11	127,64	7	74,59	63,6	0,584
1978	25		16		64,0	
1980	15	92,94	9	42,10	60,0	0,453
1983	30	550,98	7	123,19	23,3	0,223
1984	26	259,57	1	13,07	3,8	0,050

ADS= Area deseable como semilleros.  
 APR= Area por revisar (campos candi-  
 datizados)  
 P (a)= Probabilidad de aceptación de  
 una hectárea como semillero.  
 Puede estimarse mediante  $(1 - I.R.)$

Según lo anterior se tiene:

$ADS = APR \times P(a) = APR \times (1 - I.R.)$

de donde:

$APR = ADS / (1 - I.R.)$

Si se hace  $ADS = 100$  Has., los resulta-  
 dos del Programa MIP muestran que  
 mientras en 1976 se requería revisar  
 240 has, para 1984 esta cifra es de solo  
 105 has, lo cual significa una aprecia-  
 ble reducción en los costos asociados  
 al programa.

Aunque la metodología propuesta se  
 ilustra para el caso del daño por *Dia-*  
*traea* spp. en suertes pertenecientes al  
 Ingenio Providencia, los autores la con-  
 sideran de aplicación general a otros  
 ingenios en donde existan programas  
 similares.

Con lo anterior se da cumplimiento a  
 los tres objetivos definidos para el  
 presente trabajo, siendo prudente man-  
 tener evaluaciones periódicas del pro-  
 grama MIP y hacer los ajustes que la  
 experiencia acumulada indique, en par-  
 ticular con relación a los criterios de  
 aceptación de suertes para semilla.

## CONCLUSIONES

1. En el período considerado (1976/  
 84) los valores promedios de intensi-  
 dad de infestación han variado de  
 6,57 a 1,07 lo cual significa una re-  
 ducción del 84%. Los porcentajes  
 promedios de yemas perforadas por  
*Diatraea* han pasado de 2,29 a 0,27,  
 lo que significa una reducción del  
 88%.
2. Todas las evaluaciones del último  
 año (26 suertes entre Enero y Abril)

quedan ubicadas dentro del grado  
 bajo en la escala de Box y el 76,9%  
 de ellas presentaron Intensidad de  
 Infestación inferior al 2%. Para el  
 caso de yemas perforadas el 96%  
 de las suertes arrojaron valores in-  
 feriores al 2% y el valor máximo  
 no alcanzó al 3%. En la actualidad  
 es frecuente encontrar valores de  
 cero daño en yemas (54% de las  
 suertes evaluadas).

3. El daño externo (% intensidad de  
 infestación más % yemas perfora-  
 das por *Diatraea*) guarda una corre-  
 lación positiva y altamente signifi-  
 cativa con el daño interno (% de  
 la longitud del tallo con daño se-  
 cundario), pudiéndose predecir éste  
 mediante la expresión:  $D.I. = 0,5479$   
 $DE$ , modelo que explica el 99,76%  
 de la variación en las medias, dentro  
 del rango cero a doce de daño ex-  
 terno.
4. Desde finales de 1983 y gracias al  
 sistema de evaluación para semillas,  
 se ha podido detectar un nuevo tipo  
 de daño más frecuente en yemas del  
 tercio medio de la variedad CP  
 57603, caracterizado por el "raspa-  
 do" de la yema, dejando una depre-  
 sión en el sitio que ella ocupaba. No  
 se ha identificado el agente causal,  
 pero este daño es tanto o más im-  
 portante en la actualidad que el  
 ocasionado por *Diatraea* spp.
5. Se propone como criterio de deci-  
 sión para rechazar una suerte como  
 semillero, cuando el porcentaje de  
 yemas dañadas (por cualquier cau-  
 sa) exceda del 3% ó cuando el va-  
 lor del porcentaje de yemas dañadas  
 más el de intensidad de infestación  
 sea superior al 5%.

## RECOMENDACIONES

Es importante continuar la búsqueda  
 del agente causal del "daño nuevo"  
 pues éste puede llegar a ser tanto o  
 más limitante que el *Diatraea* no solo

en caña para semilla sino en la destina-  
 da al molino. Cuando se dañan las ye-  
 mas de una parte del tallo, las corres-  
 pondientes de la parte superior del  
 mismo se brotan produciendo las típi-  
 cas lalas, lo cual produce un desdobra-  
 miento de sacarosa y bajos rendimien-  
 tos en el molino.

Es conveniente dar continuidad a las  
 evaluaciones de caña para semilleros  
 porque, además de los problemas de  
 orden Entomológico, se pueden detec-  
 tar oportunamente otros, como es el  
 caso actual del Carbón y la Roya.

## BIBLIOGRAFIA

- AYALDE VARON, G.; GOMEZ PEÑA, J.  
 F.; SANCHEZ EMERS, O.; BUENA-  
 VENTURA, C.E.; RANGEL JIMENEZ,  
 H. 1973. Caña de azúcar. Palmira, ICA.  
 261 p. (Manual de Asistencia Técnica  
 no. 9).
- CENTRO DE INVESTIGACION DE LA  
 CAÑA DE AZUCAR. CALI (COLOM-  
 BIA). 1982. Informe de labores. Progra-  
 ma de variedades. Cali, Cenicaña. 26 p.
- ESCOBAR G., J.A.; RAIGOSA B., J. 1982.  
 Indices para la evaluación del control de  
 plagas - Caso de *Diatraea saccharalis* (F-  
 abricius) en caña de azúcar. En: Primer  
 Curso Internacional de Control Integra-  
 do para el Grupo Andino. Palmira, Fa-  
 cultad de Ciencias Agropecuarias. 48 p.
- GONZALEZ, O.W.; HERNANDEZ, R.  
 Evaluación de algunos tratamientos para  
 la protección de la semilla vegetativa en  
 caña de azúcar. Palmira, Universidad  
 Nacional de Colombia, Facultad de Cien-  
 cias Agropecuarias. 59 p. (Tesis Ing.  
 Agr.).
- LOPEZ M., P.I. 1984. Multiplicación tem-  
 prana de variedades de caña de azúcar  
 (*Saccharum officinarum* L.). Palmira,  
 Universidad Nacional de Colombia, Fa-  
 cultad de Ciencias Agropecuarias. 45 p.  
 (Tesis Ing. Agr.).
- MUÑOZ, J.; ESPINOSA, F. 1976. Comparación  
 de tratamientos de semilla vegetati-  
 va de caña de azúcar con fungicidas. Pal-  
 mira, Universidad Nacional de Colombia,  
 Facultad de Ciencias Agropecuarias. 56p.  
 (Tesis Ing. Agr.).
- SALAMANCA C., J. M.; DIAZ V., J.G.  
 1977. Efecto del manejo de la semilla  
 vegetativa de caña de azúcar (*Saccharum*  
*officinarum* L.) en la germinación. Pal-  
 mira, Universidad Nacional de Colombia,  
 Facultad de Ciencias Agropecuarias. 78p.  
 (Tesis Ing. Agr.).
- VIVAS, V. F. 1982. Influencia de tres fre-  
 cuencias de riego en la germinación de  
 caña de azúcar. *Saccharum officinarum*  
 L., variedades POJ 2878 y CP 57603.  
 Palmira, Universidad Nacional de Colom-  
 bia, Facultad de Ciencias Agropecuarias.  
 53p. (Tesis Ing. Agr.).