



# MECANICA PARA LA CONTENCIÓN DE ECLOSIÓN DE HUEVOS DE MOSCA PINTA (*Aeneolamia* spp.) EN CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum*)

**Ortiz-Laurel, H.<sup>1</sup>; Rosas-Calleja, D.<sup>1</sup>; Rössel-Kipping, D.<sup>1</sup>; Herrera Corredor, J.A.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Línea Prioritaria de Investigación 3: Energía Alternativa y Biomateriales. Colegio de Postgraduados, km. 36.5 Carretera México-Texcoco, Montecillo, Texcoco, 56230, Estado de México, México.

**Autor responsable: hlaurel@colpos.mx**

## RESUMEN

**S**e indican las deficiencias que ofrece la rastra de discos excéntrica para controlar con efectividad la eclosión de huevos de la mosca pinta (*Aeneolamia* spp.), mediante la alineación de los cuerpos de discos (rastra fitosanitaria) y se resalta el hecho de que persiste la rigidez de los cuerpos de discos y los condiciona a variar su profundidad de trabajo ante los obstáculos comunes que se encuentran en los campos cañeros. La acción convencional del disco sobre el suelo a una profundidad seleccionada de trabajo es cortar, mezclar, “esponjar” y romper el efecto de capilaridad y sellar el suelo. Por ello, una reducción de su ángulo de “ataque” puede disminuir significativamente esa función.

**Palabras clave:** Rastra, maquinaria, salivazo, ángulo de “ataque”

## INTRODUCCIÓN

La mosca pinta (*Aeneolamia* spp.), salivazo, salvita o cualquier otro nombre conocido de este insecto, constituye la principal plaga del cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en muchas de las zonas productoras de México, causando daños severos al cultivo, con graves repercusiones económicas. La mosca pinta oviposita sus huevos sobre la superficie del suelo, cerca o entre las raíces de la caña, sobre los tocones (base) de los tallos y en los residuos de la paja de caña. Incluso, las hembras pueden penetrar en las grietas del suelo y ovipositarlos a mayor profundidad. Los huevos son de dos tipos: diapáusicos y no diapáusicos; son alargados, de superficie lisa y de forma cilíndrica. Tienen una longitud promedio de 1.0 mm y diámetro de 0.3 mm; muchos de los huevos ovipositados al final de la temporada de lluvias permanecen en el suelo en estado de diapausa hasta el inicio de las próximas lluvias, y se ha reportado que en su mayor proporción se encuentran en los primeros 4 cm de profundidad desde la superficie del suelo y a una distancia de 15 cm desde el centro de la cepa (Figura 1) (Anleu Fortuny, 1998). Al presentarse condi-

ciones favorables de temperatura y humedad en el suelo, los huevos en diapausa o “hibernación” eclosionan.

Para lograr una intervención significativa sobre la plaga con base en un control cultural, la cantidad de huevos con potencial de eclosionar se debe orientar a disminuir, sobre todo en zonas de cultivo que reportan más de 200,000 huevos fértiles por hectárea (CENGICAÑA, 1998; Díaz-Montejo y Portocarrero-Rivera, 2002), que es el umbral ante el cual se recomienda ejecutar labores indispensables de prevención para lograr un control efectivo. Sin embargo, esta decisión debiera estar sustentada en el impacto económico por todas las acciones de contingencia que deben ser llevadas a cabo para mitigar su afectación, además de que el método de control implementado ofrezca evidencias de que su acción satisfaga el objetivo planeado.

Ante la falta de tecnología mecánico-agrícola desarrollada específicamente para contener la eclosión de los huevos, la práctica común consiste en efectuar un paso (y en ocasiones dos) de una rastra convencional excéntrica de discos cóncavos en posición vertical (Figura 2 A), ya sea integral montada en el enganche de tres puntos del tractor, o bien, del tipo de

tiro, pero con la diferencia de que los dos cuerpos de discos se orientan perpendicularmente con la dirección del movimiento del tractor (Figura 2 B). En esta configuración los discos operan sin ángulo, es decir, el movimiento (rotación) de los discos es paralelo a la dirección de avance del tractor, factor que disminuye la efectividad de su función primaria (Serrano *et al.*, 2003). De esta manera, mucho del control sobre los huevecillos que se le atribuye a la rastra de discos se debe realmente a condiciones ambientales favorables, como a altas temperaturas, efecto de la radiación solar y a la posible presencia de depredadores-hormigas y avispas, entre otros.

Existe la creencia popular de que la rastra de discos operando con esta simple variación, tiene la facultad de “exponer” los huevos de la mosca pinta al sol y a depredadores, la cual se ha elogiado en extremo; incluso, otorgándole a este implemento agrícola el atributo de “gran efectividad” para controlar o reducir la eclosión de huevecillos, lo cual la ha catapultado como una práctica regular obligada contra esta plaga en México y países cañeros de Centroamérica. La rastra de discos y, en particular, el efecto que realizan en el suelo, es una función del propósito principal; corte y movimiento del suelo que, si

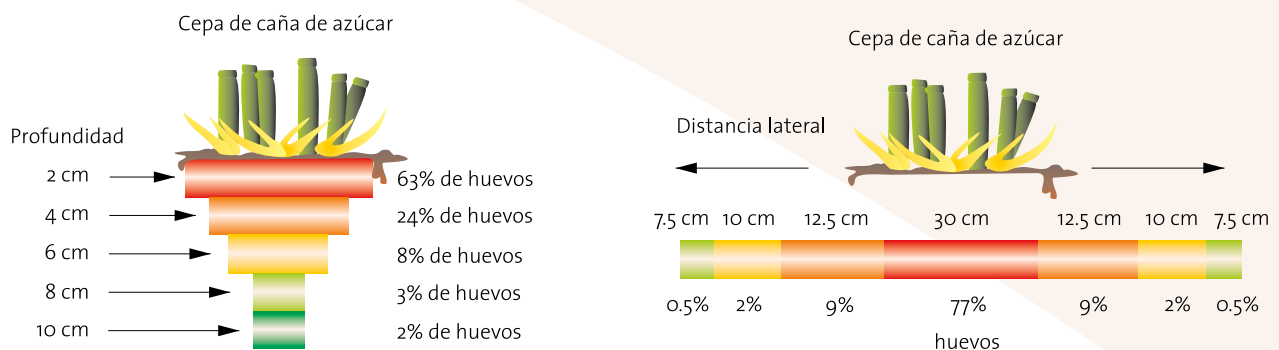


Figura 1. Distribución espacial de los huevos diapáusicos fértiles de la mosca pinta (*Aeneolamia* spp.) en una cepa de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*).



Figura 2. A: Rastra de discos excéntrica del tipo de tiro. B: Cuerpos de la rastra de disco convencional excéntrica en configuración paralela y perpendicular con la dirección de movimiento del tractor.

bien pueda utilizarse para cumplir una función semejante, la alteración sin fundamento de alguno de sus parámetros de funcionamiento puede disminuir proporcionalmente su efectividad (Serrano *et al.*, 2003).

Con base en lo anterior, se describe el desarrollo de la rastra de discos para suelos agrícolas y en particular las funciones de los discos, tomando como premisa que de esas cualidades muy difícilmente se puede conseguir una contención significativa en la eclosión de los huevos diapáusicos de la mosca pinta, simplemente por utilizar una versión simplificada de la rastra de discos, denominada “rastra fitosanitaria”. De igual manera, se especifican aquellos obstáculos que limitan, pero que no impiden innovar tecnológicamente esta tarea y su estrategia de solución, lo cual involucra renovar esfuerzos tanto económicos como técnicos, para desarrollar un equipo agrícola que verdaderamente impacte en el control eficaz de la mosca pinta en la caña de azúcar.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Premisa

Las rastras de discos cóncavos son utilizadas en casi cualquier tipo de condición del suelo. Después del paso del arado de discos, la función principal de este implemento es pulverizar los terrones de suelo, reducir los espacios de aire, formar un “mulch” (cobertera) en la superficie y consolidar el suelo por debajo de la superficie para conseguir una “cama” suave y uniforme (Ortiz-Laurel y Rössel-Kipping, 2007). Igualmente, son los implementos adecuados para trabajar en terrenos con piedras o tocones, ya que las orillas de los discos pueden rodar sobre los posibles obstáculos, cortar el material vegetal remanente sobre la super-

ficie y realizar la incorporación de agroquímicos aplicados al cultivo, debido a su excelente acción de mezclado.

### Descripción de la construcción y especificaciones de la rastra de discos

- La rastra de discos consiste de varios discos cóncavos verticales que, montados con separadores, forman cuerpos que giran sobre un eje común. Éstos se orientan formando un ángulo con respecto a la dirección del movimiento, con lo que tienden a rodar, a la vez que cortan y mezclan las capas de suelo.
- En las rastras excéntricas, los cuerpos de discos tienen una configuración en “V” (Figura 3). Los del cuerpo trasero se colocan para que desplacen el suelo en sentido contrario a la de los delanteros, lo que provoca un efecto nivelador.
- En las rastras excéntricas, el eje de tiro acoplado al tractor debe estar desplazado con respecto al plano medio de la rastra, para compensar la torsión que genera el suelo sobre los discos de los cuerpos delantero y trasero.
- La profundidad de trabajo varía de 5 a 15 cm.
- Rango de los ángulos de ataque de la rastra excéntrica: cuerpo delantero 15°- 20°; cuerpo trasero 25°- 30°.
- Rango de velocidad de trabajo: 6 a 10 km h<sup>-1</sup>; eficiencia en la parcela de: 0.65 a 0.85.
- Demanda de potencia en condiciones óptimas de funcionamiento: rastras ligeras 20-25 hp m<sup>-1</sup> (15-18 kW m<sup>-1</sup>); rastras medianas 25-35 hp m<sup>-1</sup> (18-22 kW m<sup>-1</sup>); rastras pesadas 30-35 hp m<sup>-1</sup> (22-26 kW m<sup>-1</sup>).
- Las rastras extra pesadas (120-140 kilogramos por disco) pueden utilizarse para la labranza primaria del suelo. Esta particularidad les ha permitido sustituir al arado de discos en ciertas condiciones específicas del suelo.

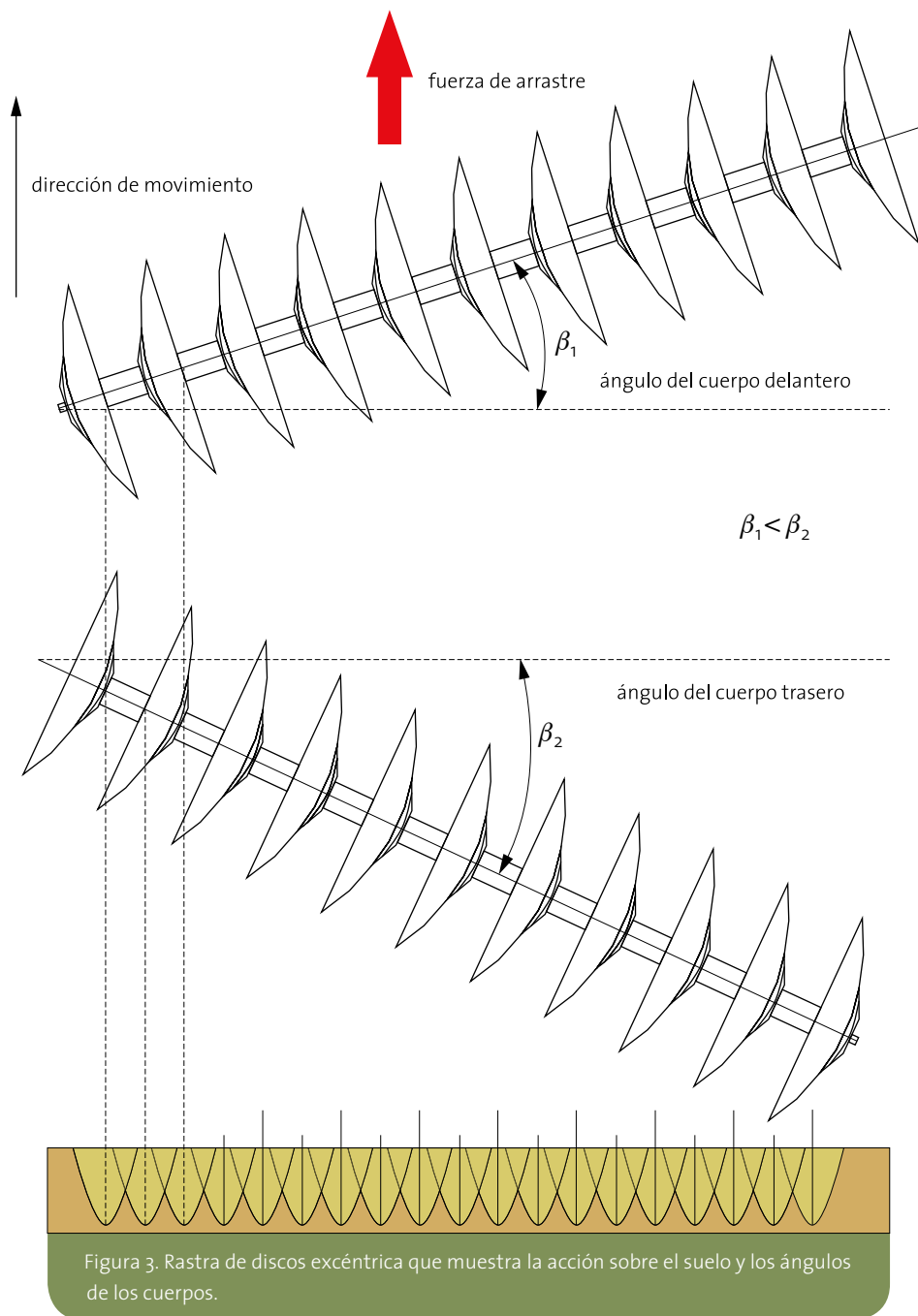


Figura 3. Rastra de discos excéntrica que muestra la acción sobre el suelo y los ángulos de los cuerpos.

### Funciones y características de los discos

La rastra excéntrica es la que predomina en las regiones agrícolas de México, donde el cuerpo delantero está conformado por discos cóncavos ranurados (escotados); esas ranuras sobre el disco le permiten retener los tallos y las raíces y desplazarlas a lo largo de la dirección de los puntos circunferenciales del disco, mientras que el cuerpo trasero utiliza discos cóncavos lisos (Ortiz-Laurel y Rös-sel-Kipping, 2007).

### Características básicas atribuibles a los discos de la rastra

- Los discos realizan un laboreo superficial en la profundidad de trabajo, la cual depende del diámetro del disco, peso sobre cada uno de ellos y del ángulo

que forman con la dirección del movimiento.

- Los discos producen rotura y desmenuzamiento de los terrones por efecto de sus bordes afilados y por el desplazamiento lateral del suelo, quedando razonablemente nivelado y con una consistencia firme. Realizan una incorporación superficial, aunque parcial del residuo vegetal que se encuentra sobre la superficie del suelo.

Los parámetros geométricos básicos que gobiernan la interacción entre el disco de la rastra y el suelo son el diámetro, el radio de curvatura (concavidad) y el ángulo del disco (ángulo de ataque) con respecto a la dirección del movimiento (Figura 4), y se describen de acuerdo con Harrison y Thivavarnvongs (1976) y Monjurul Alam (1989):

- Por lo general, el diámetro del disco influye sobre la profundidad de trabajo del implemento.
- La capacidad de fragmentación que provoca el disco sobre el suelo se debe al radio de curvatura del disco. Entre más pequeño sea el radio, el suelo es desintegrado y volteado con mayor intensidad.
- El ángulo de ataque determina el tamaño de la sección del corte, el desplazamiento lateral, el mezclado y la fragmentación de la capa del suelo. Un incremento en el ángulo de ataque causa un aumento en el valor de esos parámetros y, en proporción directa, la fuerza de arrastre.

### Descripción y uso general de la "rastra fitosanitaria"

En un programa de manejo integral de la mosca pinta en caña de azúcar, el control mecánico se refiere exclusivamente al control de la eclosión (mortandad) de los huevos, así como

Parámetros geométricos de una rastra de discos

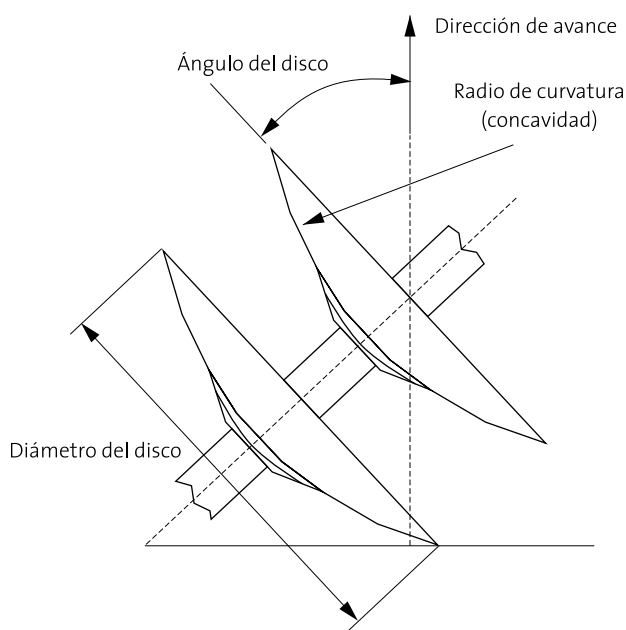


Figura 4. Principales parámetros geométricos que influyen en la eficiencia de la interacción del disco de la rastra con el suelo.

a facilitar su exposición a enemigos naturales. Por lo general, la práctica cultural implementada es la utilización de la “**rastra sanitaria**” o “**rastra fitosanitaria**”.

En sí, esta rastra fitosanitaria es una rastra de discos convencional del tipo excéntrico a la que simplemente se le



Figura 5. “Rastra fitosanitaria” en operación en un cañaveral con surcos de 1.20 m de ancho. El ancho de trabajo no es suficiente para cubrir por completo los surcos extremos, así como la inacción de los discos que cubren el fondo del surco.

alinean los cuerpos de discos para que éstos operen en sentido paralelo a los surcos y evitar así cortar y/o levantar la cepa de caña. Las indicaciones para usar la rastra fitosanitaria son bastante generales y no hacen referencia a procedimientos de ajuste de los parámetros de los discos. Se sugiere que debe usarse de cuatro a diez días después del corte de la caña y sujeto a las labores del destronque, la requema o el hilado de la paja; la profundidad de trabajo debe ser de 3-5 cm para remover la tierra de la parte superficial del camellón y así exponer los huevecillos de la mosca pinta a la intemperie y a depredadores. De requerirse, se deberá realizar un segundo pase de la rastra con un ángulo de 45°, partiendo del primer corte (SDARH, 2012), con lo cual se logra reducir la densidad de huevos en algún grado.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Obstáculos para el funcionamiento efectivo de la “rastra fitosanitaria”

Se refieren exclusivamente al manejo del cultivo de caña de azúcar. Uno de los primeros factores que influyen en la baja eficiencia de la rastra fitosanitaria es el ancho de los surcos (Figura 5), los cuales varían desde 1.10 a 1.50 m y, por lo general, depende de la región, las preferencias de los productores y el tipo de cosecha.

Otra limitante es el tamaño y la forma del camellón, cuya conformación resulta de las labores de aporque (arropo) y descarne (poda de raíces y alineado de surco), entre otras, que se le realizan al cultivo (Figura 6 A). Es evidente que cuando esas labores no se efectúan, el camellón desaparece casi por completo. La tercera se refiere al cultivo al fondo del surco (Figura 6 B). En algunas regiones cañeras se prefiere mantener las cepas de caña en el fondo. En caso de contingencia por la plaga, y siendo la rastra fitosanitaria la única opción, el efecto que el implemento provocaría sobre los huevecillos sería mínimo. Otros factores, como el efecto residual de la cosecha manual, tamaño de tocón, limpieza de la hilera y calidad de la requema (Figura 6 C), son importantes en su efectividad, ya que entre los cortadores aún persiste la costumbre de dejar los tocones de caña altos; así, la basura (paja) queda dispersa y, como debe dejarse secar para la requema, las condiciones de viento en algunas regiones dificultan el lograr una requema completa, en especial las puntas de caña, por lo que



Figura 6. Obstáculos originados por la variedad de procesos de manejo del cultivo de la caña de azúcar. A: Presencia e inexistencia de camellones en parcelas cañeras. B: Práctica del cultivo de caña de azúcar en el fondo del surco. C: Deficiente requema de paja de caña de azúcar con corte manual. D: Panorama de parcela cañera cosechada con maquinaria.

una cantidad considerable de paja permanece sobre el terreno. El efecto residual que se tiene con la cosecha mecánica es la alta cobertura de paja sobre la hilera (Figura 6 D) y aunque, según los productores, quemarla es una opción rápida, económica y via-

ble, no es deseable hacerlo por los beneficios que aporta al suelo. Sin un manejo adecuado de la quema, algunas zonas quedan “crudas” y, cuando la paja se deja para su recolecta e incorporación en el suelo, se demanda de acciones efectivas para removerla

sobre la hilera de caña para que el paso de la rastra sea efectiva. Finalmente, la densidad y el tamaño de las piedras en el terreno de cultivo (común en ciertas regiones productoras) son fuertes limitantes para el actuar de la rastra, ya que los discos funcio-

nan como una solo unidad rígida, y al rodar un disco sobre una piedra, esto obliga irremediablemente a que varios de los discos adyacentes se eleven sin realizar ningún trabajo efectivo.

La acción convencional del disco sobre el suelo a una profundidad seleccionada de trabajo es cortar (morder), mezclar y “esponjar”, romper el efecto de capilaridad y sellar el suelo. Por ello, una reducción de su ángulo de ataque puede disminuir significativamente esa función, pues al llegarse a un ángulo de ataque igual a cero se suprime esa particularidad (Figura 7). Al mismo tiempo, se generan efectos no deseados; se dificulta lograr una profundidad de trabajo constante al incrementarse la zona de presión (espalda del disco) que hace contacto con el suelo y para el mismo peso sobre el disco. **A la falta de “mordedura” del disco sobre el suelo, se alcanza cierta profundidad en áreas sin cepas y sólo por peso en suelos suaves (arenosos), pero el levantado del suelo es inexistente, por lo que la afirmación de que la “rastra fitosanitaria” expone los huevos es errónea. La teoría detrás de esto es que el escaso efecto del disco sobre el suelo rompe las condiciones favorables para los huevecillos, pero siempre y cuando se haya llegado a la profundidad de trabajo.** Después de lo anterior, la radiación solar, temperatura ambiental y pre-

sencia de depredadores, pueden contribuir a acentuar ese control.

Finalmente, un segundo pase de rastra al cultivo podría ser indicativo de la ineficiencia en el control mencionado, ya que se habrá perdido el tiempo de oportunidad y se incrementarán los costos en esta fase, repercutiendo en el manejo de la plaga.

## CONCLUSIONES

**Se indican** las deficiencias que ofrece la rastra de discos excéntrica para controlar con efectividad la eclosión de los huevos de la mosca pinta, con la simple alineación de sus cuerpos de discos (rastra fitosanitaria) y, al mismo tiempo, se detalla como una de las más importantes el hecho de que persiste la rigidez de los cuerpos de discos y los condiciona a variar su profundidad de trabajo ante los obstáculos comunes que se encuentran en los campos cañeros. El ancho de trabajo de la rastra (número de discos) no coincide con el de los surcos de caña, limitándose a cubrir completamente el surco que se encuentra entre las ruedas del tractor. La rastra “alterada” mantiene su peso original; éste, conjuntamente con la rigidez de los cuerpos de discos y el nulo ángulo

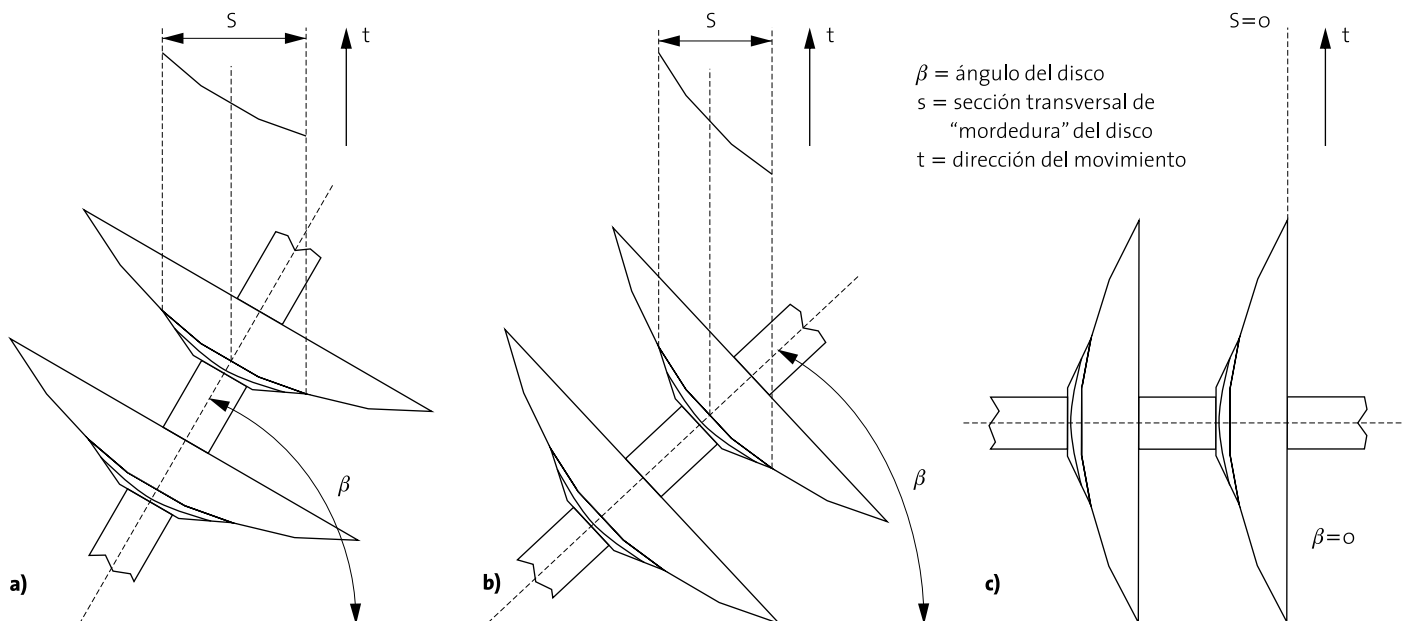


Figura 7. Efecto del cambio del ángulo de ataque del disco; a) ángulo grande con gran sección de mordedura, alta fuerza de arrastre, mayor penetración y disminución del ancho de trabajo. b) ángulo deseable con una razonable sección de mordedura, fuerza de arrastre tolerable, profundidad aceptable y un ancho de trabajo justo. c) ángulo igual a cero, donde el disco no “muerde” el suelo, tiene difícil penetración, ligera fuerza de arrastre y suficiente ancho de trabajo,

de ataque, dificulta llegar a la profundidad de trabajo deseada.

Ante estas consideraciones, es imprescindible canalizar los esfuerzos y recursos en desarrollar equipos con características específicas que actúen directamente con un ancho y profundidad suficiente en el área problema para incrementar su eficiencia; de otra manera, se seguirán implementado prácticas que ofrezcan resultados limitados y parciales con costos adicionales al sistema de producción.

## LITERATURA CITADA

- Anleu-Fortuny B. 1998. Distribución horizontal y vertical de chinche salivosa, *Aeneolamia* sp., en relación al sistema radicular de caña de azúcar, *Saccharum* spp., y comparación de tres técnicas de muestreo en Escuintla, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Agronomía. 54 p.
- CENGICANA. 1998. Manejo integrado de la chinche salivosa en caña de azúcar. Comité de Manejo Integrado de Plagas de la Caña de Azúcar (COMIP). Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar. Guatemala. 37 p.
- Díaz-Montejo L.L., Portocarrero-Rivera E.T. 2002. Manual de producción de caña de azúcar (*Saccharum Officinarum* L.). Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo. Zamorano, Honduras. 140 p.
- Harrison H.P., Thivavarnvongs T. 1976. Soil reaction forces from laboratory measurements with disks. Canadian Agricultural Engineering. 18(1): 49-53.
- Monjurul-Alam Md. 1989. Soil reaction forces on agricultural disc implements. Phd dissertation in Agricultural Engineering. The University of Newcastle upon Tyne. Reino Unido. 129 p.
- Ortiz-Laurel H., Rössel-Kipping D. 2007. Herramientas para la labranza de los suelos agrícolas. Colegio de Postgraduados. México. 160 p.
- SDARH. 2012. Secretaría de Desarrollo Agropecuario y Recursos Hidráulicos. Ficha Técnica: Mosca pinta o salivazo. Sistema Potosino de Vigilancia Epidemiológica. Gobierno de San Luis Potosí. 11p.
- Serrano J.M., Peca J.O., Pinheiro A., Cravalho M., Nunes M., Ribeiro L. Santos F. 2003. The effect of gang angle of offset disk harrows on soil tilth, work rate and fuel consumption. Biosystems Engineering. 84(2): 171-176.

