

56  
rej.



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
"CUAUTITLAN"

APLICACIONES DE HERBICIDAS POR EL METODO DE  
GOTAS DE TAMAÑO CONTROLADO (CDA):  
UNA REVISION

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
**INGENIERO AGRICOLA**  
P R E S E N T A:  
**SERGIO SORIANO VALLES**

ASESOR: ING. ANTONIO RIVERA HERNANDEZ



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## INDICE.

	Pág.
1. Introducción.....	1
1.1 Objetivos.....	1
1.2 Contexto general.....	1
2. Antecedentes de la técnica CDA.....	12
2.1 Tipos de equipos CDA en el mercado.....	16
3. Desarrollo.....	21
3.1 Ventajas de la técnica CDA.....	21
3.1.1. Disminución en la contaminación en el medio ambiente.....	21
3.1.2. Formación de gotas.....	27
3.1.2.1. Acarreo del químico por acción del viento.....	31
3.1.2.2. Reducción del vehículo (agua).....	35
3.1.2.3. Reducción en la cantidad de ingrediente activo utilizado por hectárea.....	41
3.1.3. Impacto económico.....	46
3.1.3.1. Principales tipos de explotaciones en el agro mexicano.....	50
3.1.3.2. Ocupación de la población rural.....	53
3.1.3.3. Efectividad hora-hombre.....	56
3.1.3.4. Relaciones beneficio-costo.....	61
3.1.3.5. Perspectivas reales.....	64

INDICE (Cont.)	Pág.
3.2. Desventajas de la técnica CDA.....	67
3.2.1. Suceptibilidad al lavado por lluvia.....	67
3.2.2. Falta de penetración en el cultivo.....	69
3.2.3. Peligro de sobreposición.....	71
4. Conclusiones y recomendaciones.....	73
5. Bibliografía.....	76

## INDICE DE FIGURAS

Figura.	Pag.
1. Componentes del atomizador electrodinamico "Electrodyn".....	5
2. Aspersora CDA (rotativa) "Herbi".....	10

## INDICE DE CUADROS

Cuadro.	Pag.
1. Comparación de un día de trabajo entre... ..	58
2. Extrapolación de un estudio comparativo de rentabilidad en caña de azúcar .....	62
3. Comparación entre dos sistemas de aplicación para el control de <u>Alabama</u> <u>argilacea</u> en caña de azúcar .....	66

## 1. INTRODUCCION.

### 1.1 Objetivos.

El presente trabajo se propone hacer una recopilación y valoración de gran parte de las publicaciones existentes en el campo de las aplicaciones de herbicidas por el método C.D.A. (Aplicaciones con gotas de tamaño controlado). Se cree que este método poco conocido en el país puede llegar a lograr una alta efectividad en la aplicación de herbicidas, siendo simultaneo a la vez un aumento notable en la eficiencia del uso de la mano de obra en el campo.

Considerando por lo tanto necesario realizar un análisis y evaluación de las perspectivas de uso en México.

### 1.2 Contexto general.

Los herbicidas llegaron a la agricultura mundial en una época crucial; la gran mecanización y los métodos especializados para producir alimentos jugaron un papel muy importante en la resolución de las necesidades alimenticias de la creciente población mundial.

Fue entonces cuando los herbicidas auxiliaron a los agricultores a aumentar la calidad y cantidad de las cosechas; En este punto cabe hacer dos definiciones de carácter básico para el presente trabajo; El concepto de maleza (Planta nociva) y el de herbicidas.

De la primera tenemos que: "Una planta determinada es nociva solo si el hombre así lo determina. Se considera que las plantas son nocivas cuando obstaculizan la utilización de la tierra y los recursos hidráulicos o, también, si se interponen en forma adversa al bienestar humano." (Anónimo, 1982, p.4).

Las malezas son un problema para el agricultor porque:

- El rendimiento de las cosechas se ve disminuido.
- El suelo se vuelve menos eficiente.
- La calidad del producto es menor.
- Causan grandes desembolsos económicos. etc.

Además son difíciles de combatir debido a las modificaciones morfológicas y fisiológicas que sirven para asegurar la continuidad de la especie; entre las principales adaptaciones podemos enumerar las siguientes:

- Número y tamaño de las semillas.
- Vida media de las semillas.
- Latencia escalonada.
- Dormancia en condiciones adversas (semillas).
- Capacidad de reproducción tanto sexual como asexual dentro de la misma especie.

Respecto a la segunda definición, tenemos que: "Los herbicidas son agentes químicos que matan plantas o inhiben su crecimiento normal" (Anónimo, 1982, p.167).

Aunados a la creación de los herbicidas (Y otros plaguicidas) surgieron los aparatos para su aplicación; sin embargo en mas de treinta años no ha existido mejoría alguna de fondo en su diseño. Estos aparatos, que en el presente trabajo se denominarán "convencionales", se basan en la expulsión del líquido por un pequeño orificio (boquilla) gracias a la presión hidráulica ejercida por una bomba, que puede ser operada manualmente, por un motor (usualmente de combustión interna), o bien, por la toma de fuerza del tractor.

Pero estas modernas boquillas convencionales de presión hidráulica desperdician gran parte del líquido asperjado, incluyendo el plaguicida, ya que producen un muy amplio espectro de gota. Esto es confirmado ahora por los sistemas de medición laser. (Bals, 1971, 1978b).

Gotas de varios cientos de micras caen con frecuencia directamente al suelo sin poder impactar debidamente al follaje de las malezas; estas gotas contienen cientos de veces más químico que otras más pequeñas.

Las gotas más pequeñas se evaporan, antes de llegar al objetivo, siendo llevadas incontrolablemente y van a parar a grandes distancias de donde se hizo la aplicación (Matthews,



Lincoln, 1982).

Esto nos lleva a pensar que los pesticidas pueden causar daño al ambiente, limitando con ello el uso de agua y el suelo que contaminan. El agua que ha sido contaminada no puede utilizarse para regar dañando además a la flora y fauna que en ellas existe.

¿Como es que los plaguicidas se mueven de un lugar a otro en el medio ambiente?

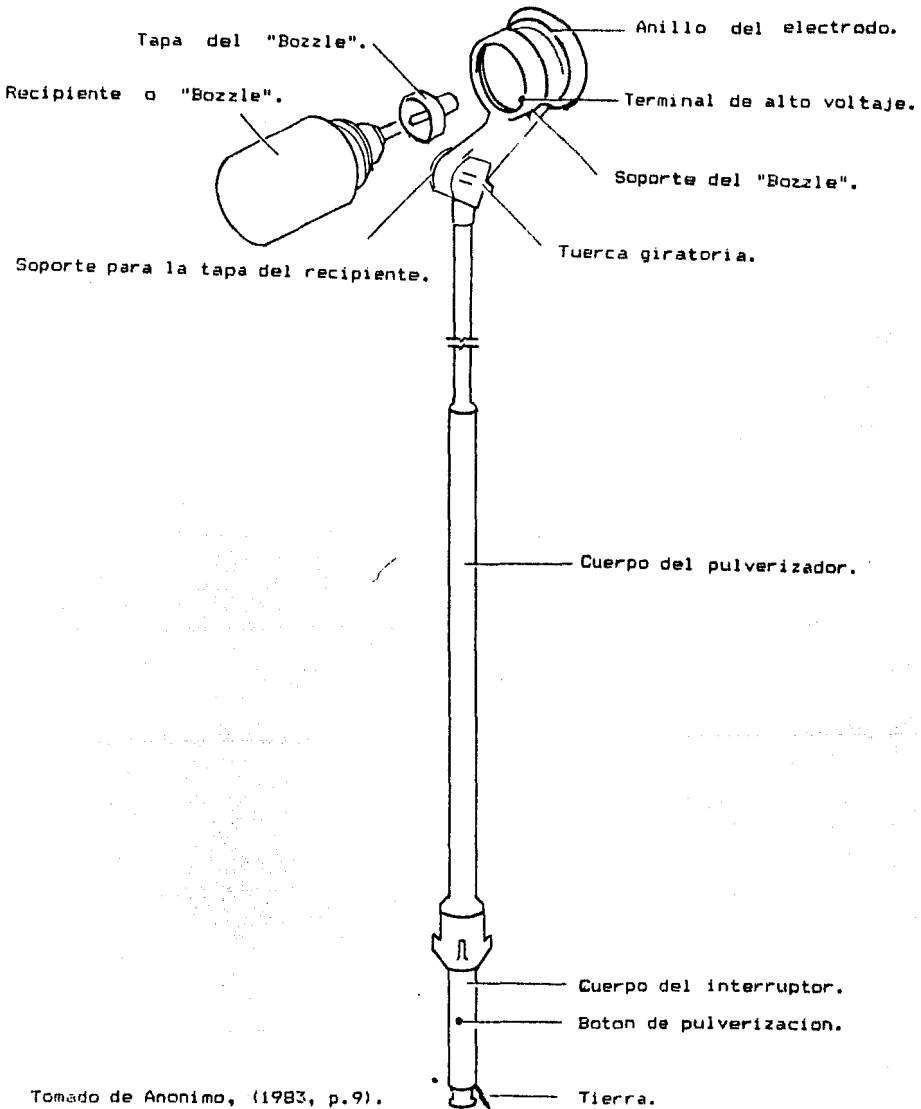
Una respuesta sencilla es el acarreo que sufren las partículas atomizadas con sistemas " convencionales ". Gracias a varios estudios se ha determinado que en este tipo de aplicaciones menos del 50% del químico asperjado llega al lugar deseado; esto debido principalmente al amplio espectro de gota producido por este sistema (Impson,1977,p.p. 7-8).

Cuando se realiza una aspersión de plaguicidas, la meta fundamental es conducir un compuesto biologicamente activo hacia un determinado objetivo para combatir una plaga.

Para conducir el ingrediente activo a un objetivo determinado hay un tamaño ideal de gota con que se logra (Zchaeler,1977).

Es por esto que primero se tiene que definir el "blanco" al cual se quiere aplicar el plaguicida; despues ya se pueden definir otros factores, como el tamaño de las gotas, la densidad de las mismas y la cantidad de químico requerido para obtener un buen control de la plaga (Bals,1979b).

Fig.1 Componentes del atomizador electrodinamico "Electrodin".



Tomado de Anonimo, (1983, p.9).

Para el combate de malezas con ayuda de herbicidas se ha determinado que el tamaño ideal de gota tiene un rango que va de 250 a 1000 micras de diámetro que, ni resbalan por el follaje ni son acarreadas por el viento, evitando de esta manera el daño a cultivos cercanos susceptibles. Dentro de este rango de tamaños de gotas es más deseable el menor, ya que por simple proporción aritmética se deduce que de una gota de 1000 micras de diámetro se obtienen 64 gotas de 250 micras de diámetro, que resultan en una mejor cobertura (Rivera, 1982b).

De la misma manera se ha comprobado teóricamente que si el líquido asperjado es fraccionado en gotas muy pequeñas, da una gran cobertura. Por ejemplo 1 litro por hectárea dividido en gotas de 100 micras de diámetro nos da una densidad de 19 gotas por centímetro cuadrado; gotas de 70 micras de diámetro tienen una cobertura de 58 gotas/cm<sup>2</sup>, y con gotas de 30 micras de diámetro se depositan 707 por cm<sup>2</sup>. (Wenner, 1979a).

Esto solo nos subraya la importancia de tener un tamaño de gota bien definido, acorde al problema que queremos atacar.

En este punto cabe mencionar que existen tres tipos de equipos de aplicación de gotas de tamaño controlado, muy diferentes entre sí:

- 1) Equipos electrostáticos.
- 2) Equipos electrodinámicos.
- 3) Equipos rotativos.

De los primeros se ha realizado poca investigación y parecen ser los menos prometedores, por lo tanto no merecen la pena ni mencionarlos.

Del segundo (equipos electrostaticos) se menciona lo siguiente:

"El pulverizador electrodinamico es un sistema totalmente nuevo utilizando gotitas electrodinamicas cargadas, que son atraidas hacia el cultivo. El plaguicida se atomiza en gotitas muy finas de tama#o constante que se adhieren uniformemente al cultivo, incluso a los tallos y al envés de las hojas, evitando perdidas por acarreo, evaporación y suspensión. Lo anterior evita la contaminación del medio ambiente, intoxicación del usuario y la presencia de residuos, debido a las concentraciones tan bajas que se requieren del ingrediente activo.

El pulverizador electrodinamico (fig. 1) consiste en un mango que contiene pilas y un generador de tensión. Una botella sellada, que contiene el plaguicida listo para su uso y tiene una boquilla incorporada, ésta montada en el extremo del mango. Se coloca un pulverizador electrodinamico de manera que quede la botella a 20 centímetros encima de la hilera del cultivo y con la boquilla hacia abajo , para que el producto caiga por gravedad.

Se conecta el sistema eléctrico, la cual cargará las gotas (+) eléctricamente, las fragmentará y las expulsará

hacia el cultivo (-). Las gotas iran hacia el objetivo deseado debido a que cargas opuestas se atraen". (Van Der Mersch,1983).

Como se ve, dicho sistema tiene grandes ventajas, sin embargo, La presente tesis se centrará en los sistemas rotativos, que son los más conocidos, y sobre los que existe mayor investigación al respecto (por lo menos en lo que respecta a la aplicacón de herbicidas); a los aplicadores rotativos los nombraremos de ahora en adelante simplemente aplicadores CDA.

Las unidades manuales CDA (fig. 2) fueron desarrolladas para áreas agrícolas en vías de desarrollo (Wiltre,1981). Existen algunas variantes según la casa de fabricación, pero todos los aspersores CDA constan básicamente de los siguientes componentes:

1) Botella de deposito. Todas ellas fabricadas con plástico de alta resistencia; el volumen varia de 2.5 litros (para Herbi de Micron Co.) hasta 5 litros (para Handy y Birky de Ciba Geigy).

2) Manguera de alimentación. Lleva el líquido hacia la cabeza de aspersión por gravedad (con execcion de "Birky" en el que se lleva por bombeo manual)>

3) Compartimento de baterías. Las cuales son por lo general de 1.5 voltios.

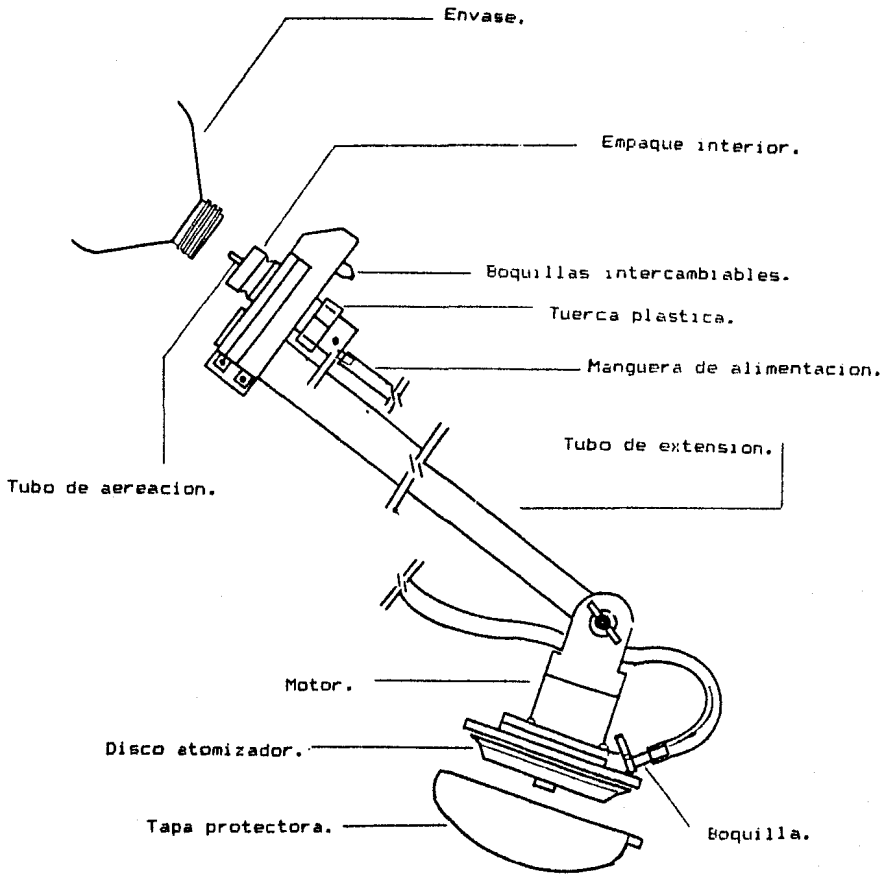
4) Cabeza de aspersión. Conteniendo un pequeño motor de corriente directa de 6 a 8 voltios que gira a unas RPM predeterminadas (aprox. de 1800 a 3000 RPM, dependiendo del tipo de equipo del que se trate).

5) Disco atomizador. Que gira accionado por un motor; El disco es habitualmente construido de plástico, pudiendo o no estar dentado.

Son estos los principales componentes de todos los atomizadores CDA fabricados para la aplicación de herbicidas.

En cuanto al funcionamiento es esencialmente el siguiente: El líquido a asperjar es conducido, ya sea por gravedad como en el "Herbi", y el "Handy", o por presión neumática como en el "Birky" hacia el disco atomizador, el cual gira a unas RPM predeterminadas, las que definen el tamaño de las gotas; el líquido tiende a ser llevado a las orillas del disco por fuerza centrífuga.

Fig.2 Aspersora CDA (rotativa) "Herbi".



Tomado de Anonimo ("Herbi", un enfoque revolucionario...).

Dentro de las múltiples ventajas que obtenemos con el método CDA podemos mencionar las siguientes:

- 1) Aplicación de bajos volúmenes de mezcla por unidad de superficie, con lo que se ahorra tiempo y mano de obra.
- 2) Ahorro de plaguicida.
- 3) Ahorro de dinero y de dispendio energético, existiendo un menor daño al agro-ecosistema. Solo se destruye la maleza.
- 4) Disminución del tiempo de aplicación. Ahorro de tiempo y mano de obra.
- 5) Por ser liviano se puede trabajar en mejores condiciones sin compactar el terreno.
- 6) Eliminación de las posibilidades de deriva al pulverizar gotas de un tamaño pre-establecido.
- 7) Ahorro substancial de líquido (agua); en las aplicaciones convencionales se utilizan de 200 a 400 litros por hectárea, o más, mientras que con los aplicadores CDA se utilizan de 10 a 40 litros por hectárea de mezcla total; esto es de vital importancia en regiones donde el agua escasea o donde se tiene que caminar grandes distancias para abastecerse de ella. (Tommasini,1978).

Por último cabe dejar abierta una pregunta:

"Se ha estimado que cuesta alrededor de 50 millones de dolares el introducir un nuevo producto herbicida. ¿Cuánto costará darle nuevas dimensiones a los productos viejos utilizando el sistema CDA?. (Anónimo,1981).



## 2. ANTECEDENTES DE LA TÉCNICA CDA.

Retomando un poco lo dicho anteriormente en la introducción pasaremos a hablar del desarrollo de los equipos de aplicación de gotas de tamaño controlado, a partir de la invención de los equipos convencionales.

Los químicos se han aplicado en las plantas como protección y ayuda en el crecimiento por algunos cientos de años (Wenner, 1979b). Después de la Segunda Guerra Mundial empezó a existir un gran interés en la síntesis y uso de químicos para la protección y manipulación de los cultivos. Los dos grandes "productos químicos" que iniciaron una nueva etapa en la agricultura moderna fueron por un lado el dicloro-difenil-tricloroetano (DDT), y el ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D).

Sin embargo, no fue sino hasta hace aproximadamente cuarenta años que se empezaron a utilizar los plaguicidas en forma líquida. Con la aparición de un gran número de productos plaguicidas surgieron también una infinidad de equipos para su aplicación, tales como:

Montables de tractor; manuales de mochila; de mochila motorizados; de ciclón; montables en animales de carga; para aviones y helicópteros, etc.. No obstante, todos ellos dependen de la presión hidráulica, en la que el líquido es forzado a salir por un pequeño orificio; de esta forma el líquido es fraccionado en gotas de muy diverso tamaño, a este orificio se le conoce como "BOQUILLA HIDRAULICA" (Rivera, Blake, 1984, p.1).

Todos los equipos de presión hidráulica o convencionales se han modificado muy poco desde su creación, lo que resulta en un gran atraso en el control de las malezas, ya que si bien se crean productos más efectivos y selectivos, solo se esta "regando" esta nueva y costosa tecnología con una baja efectividad del ingrediente activo aplicado. (Matthews,1980,p.p.2-5).

Con la enorme explosión en el uso de químicos para la producción y manejo de plantas en todo el mundo, surgio tambien, a finales de los sesentas y principios de los setentas, un gran interés público acerca de la contaminación ambiental que causó leyes restrictivas que fueron aprobadas, y que han reducido la introducción de nuevos químicos para el manejo de plagas y malas hierbas y que, a la vez, han fomentado el desarrollo de los métodos de aplicación y las formulaciones (Wiltre,1981).

Edward J. Bals trabajando en el sureste de Asia después de la segunda guerra mundial, se interesó en el gran dispendio de energía humana requerida para aplicar químicos en las plantaciones de thé en Ceylán, donde los trabajadores cargaban las soluciones en la espalda através de las montañas por grandes distancias, lo cual constituía, además de un gran gasto económico por la enorme mano de obra requerida, un peligro para la salud de los trabajadores agrícolas. El penso en desarrollar un mejor método para aplicar químicos a las plantas y ha pasado gran parte de su vida trabajando en el mejoramiento de la tecnología de

aspersión. Desarrolló el concepto de atomización rotativa para la aplicación de agroquímicos controlando el tamaño de las gotas (Bals,1978a).

El diseño de Bals era y es sencillo, ya que no es más que una boquilla que descarga el líquido por gravedad hacia un disco rotativo que, utilizando la fuerza centrífuga produce gotas uniformes, que, aumentando o disminuyendo la velocidad de rotación del disco, disminuye o aumenta el tamaño de gota a voluntad. Esto lo llevo a empezar a disminuir las proporciones de agua, hasta llegar a eliminarla totalmente como vehículo del plaguicida. Así, el concepto de ultra bajo volumen (UBV) es una lógica extensión de la "Aplicación de gotas de tamaño controlado" (CDA).

Posteriormente Fraser 1958, Matthews, y Fryer (citado por Rivera y Blake,1984) colaboraron en el desarrollo de las boquillas de disco o cono rotatorio.

En 1979 Bals diseñó un disco dentado para proporcionarle a las gotas un punto específico para salir del disco. En subsecuentes diseños se le añadieron canales para alimentar los dientes, así se pudieron aplicar mayores volúmenes sin formar láminas (Matthews, Lincoln, y Wiltre,1981).

Desgraciadamente gran parte de la tecnología creada en CDA fue hecha para combatir insectos y no fue sino hasta la década de los setentas, que los investigadores se percataron por una parte del gran potencial que esta técnica ofrecía para el control de

malezas, y por otro lado de las grandes pérdidas cuantitativas y cualitativas que causan las malezas. Como ejemplo podemos citar:

"Ha habido un gran interés reciente en la posibilidad de usar esta técnica, adecuadamente modificada, para la aplicación de herbicidas en el contexto agrícola del Reino Unido" (Lush, Palmer, 1976).

"Aplicaciones con el método CDA, en las que la cantidad de líquido es reducido a 25-30 litros por hectárea, ha dado buenos resultados. Trabajos con este tipo de aplicaciones empezaron en Rusia en 1972 y el control fue juzgado como bueno para langostas y chapulines, el control de Eurygaster integriceps y Apamea anceps en cereales y control de varias plagas de algodón y árboles de roble. El método se encontró muy prometedor, y su uso se extendió a la aplicación de herbicidas y defoliantes del algodón" (Starostin, et.al., 1979).

"La realización de una línea de productos herbicidas en 1977 através del prototipo de aplicador Microdrop (aparato prototipo para aplicaciones CDA de herbicidas diseñado por la WRO Inglaterra) en un programa de catorce ensayos con un rango de 20-40 litros por hectárea fue en general satisfactorio. (Mayes, Blanchard, 1978); (Mayes, et.al., 1978).

"Fue entonces que se planeo un gran programa en 1978, para probar un mayor número de productos y de mezclas para ser aplicados por el Microdrop, y para tener antecedentes de su comportamiento en ensayos experimentales y de campo". (Mayes, et.al.,1978).

Todas las citas hechas anteriormente hacen tener una gran esperanza en la técnica CDA, sin embargo se deben considerar sus pros y sus contras (Que serán tratados en los capítulos 4.1 al 4.2).

Por último cabe mencionar que las unidades manuales CDA fueron desarrolladas para áreas agrícolas en vías de desarrollo en Africa y Asia, que al igual que México tienen problemas para el abastecimiento de agua. Al final de la década de los setentas la tecnología CDA fue introducida a Norte y Sud America por la Corporacion Micron de Houston, Texas.

## 2.1 Tipos de equipos CDA en el mercado.

La industria abocada a la construcción de equipos de aplicación de plaguicidas, continuamente esta sacando al mercado diferentes tipos de aspersoras rotatorias (CDA), como por ejemplo:

1) Equipos aereos.

- Minispin.
- Aeromicon.
- Turbaereo.
- Spinner.
- Multi-disc.
- Ucar.
- King.
- Spin Spray.
- Reutenbach.
- Pintagram.
- X-15.
- X-1.
- Micronair.
- Mini-Micro.
- Beecomist.
- Acumist.

2) Equipos terrestres.

- Berthoud.
- Perras.
- Vibratak.
- Scamp.
- Top.
- Wro.

- Micronair.
- Virkin.
- Birky.
- Microdrop.
- Micromax.
- Mini-ulva.
- Herbi.
- Ulva-Fan.
- Horstine Farmery.

Actualmente el mercado de los equipos CDA en México está basado casi en su totalidad en la política de importaciones, sin embargo, en México se están fabricando algunos equipos de aplicación de gota controlada, entre estos se encuentran los siguientes (Rivera y Blake, 1984, p.3-4 ).:

Herbi.- Este es un equipo especialmente diseñado para la aplicación de herbicidas, fertilizantes foliares y reguladores de crecimiento. Produce gotas de alrededor de 250 micras de diámetro. Opera con ocho pilas estandar tipo "D" de 1.5 voltios que duran alrededor de 100 horas, suficientes para cubrir 40 hectáreas.

Con este equipo que cubre una banda de 1.20 m de ancho, se pueden realizar aplicaciones con un volumen total de aspersión de 5 a 25 litros por hectárea, se cubren entre 1.5 hectáreas por

jornal de trabajo en lugar de 1/2 hectárea cuando se utilizan de 300 a 600 litros por hectárea. (Rivera y Blake,1984,p.6).

Mini-Ulva.- Este equipo, diseñado para la aplicación de insecticidas y fungicidas, es útil también para la aplicación de herbicidas y reguladores de crecimiento altamente sistémicos.

Produce gotas entre 30 y 100 micras de diámetro dependiendo de la velocidad de rotación del 'disco atomizador, que puede ajustarse cambiando el número de baterías, entre 4 y 10. Los tamaños de gotas entre 50 y 100 micras se utilizan en la aplicación de fertilizantes foliares, herbicidas y reguladores de crecimiento altamente sistémicos. (Rivera y Blake,1984,p.p 6-8).

Micromax.- Este equipo fue diseñado para ser montado en un aguilón de tractor. Opera con la energía del acumulador del tractor; cada disco rotativo cubre una banda de alrededor de 2 m de ancho. Con un simple cambio de polea puede generar gotas de 250 o 100 micras. Asperjando gotas de 250 micras, tiene un rango de 20 a 50 litros por hectárea, dependiendo de la velocidad de avance del tractor. Asperjando gotas de 100 micras para insecticidas y fungicidas el rango de volumen de aspersión por hectárea es de 2 a 5 litros. Se disminuye el número de recargas del equipo, la eficiencia operativa aumenta notablemente. Siendo factible el uso de tanques pequeños, es menor el efecto detrimental de compactación del suelo. (Rivera y Blake, 1984,p.8).



X-1.- Es la boquilla de disco rotatorio de gota controlada (CDA) especialmente diseñada para la aplicación de ultrabajo volumen (UBV). El disco es accionado por un hélice que gira por la acción del viento desde 10,000 hasta 20,000 RPM dependiendo de la velocidad del avión, o de la velocidad del viento a la salida de un equipo terrestre de ciclón.

El gasto del líquido es regulado através de un disco con un orificio de salida determinado, la X-1 esta provista con 5 discos de diferentes diámetros de orificios que junto con la presión a la que es sometido el líquido puede asperjar desde 0.06 lts/min. hasta 1.084 lts/min. (Rivera y Blake, 1984,p.p 8-9).

### 3. DESARROLLO.

#### 3.1 Ventajas de la técnica CDA.

La técnica CDA, aunque relativamente novedosa y poco conocida en el contexto agrícola de nuestro país, promete por las características de este último, ser un gran auxiliar en las labores de combate de las malezas; su facilidad de manejo, bajo costo y ahorro sustancial de agua, la hacen ver como la solución acorde a las posibilidades y problemáticas nacionales.

##### 3.1.1. Disminución en la contaminación del medio ambiente.

Debe hacerse notar que algunos herbicidas pueden matar a algunos insectos beneficios por error.

Tanto plantas como animales tienen muchas de las mismas funciones celulares básicas. Entonces, el uso de muchos herbicidas no solo afecta a las especies blanco, sino también a otras plantas (inclusive cultivadas) y animales en el medio ambiente (Anónimo, 1982, p.p. 223-239).

Algunos factores están fuera de control (lluvia, temperatura, viento, etc.). Los herbicidas son una herramienta que puede ser utilizada para modificar el medio y beneficiar al hombre, o, pueden dañar directa o indirectamente al mismo; solo deben utilizarse cuando se necesiten. (Anónimo, 1982).

¿Como dañan los herbicidas al Medio Ambiente?

Se ha investigado mucho para resolver esta pregunta. Se ha demostrado también que los herbicidas pueden matar plantas (fitotoxicidad), aunque es cierto que esa es su función directa; deben de acabar sólo con aquellas que causan mermas en la producción (malas hierbas), el problema de daños a los cultivos es una razón importante para seguir las instrucciones de uso y dosificación del producto (en muchos casos aumentar al doble la concentración de ingrediente activo puede resultar en fitotoxicidad para el cultivo).

Existe un problema serio de mortandad directa de especies que no son blanco, especies benéficas de insectos, plantas silvestres (utilizadas en la alimentación de comunidades enteras), e inclusive de peces que habitan esteros y lagos son dañadas por efecto de aplicaciones deficientes de herbicidas (y otros plaguicidas).

Efectos crónicos de los herbicidas después de un largo tiempo de exposición pueden ser mas importantes que las mortandades directas resultantes de una sola exposición; como ejemplo se tiene que esta demostrado que, 2,4,5-T en elevadas dosis causan daños teratogénicos en animales de laboratorio (Impson, 1977, p. 7).

Los herbicidas pueden dañar además al Medio Ambiente limitando el uso de agua y tierra contaminada. Algunos cultivos no pueden crecer en suelo contaminado hasta que la fitotoxicidad

o la acumulación del herbicida este por debajo de su tolerancia. De manera similar, el agua contaminada puede ser inservible para la irrigación, o para su uso en estanques para el cultivo de especies acuáticas.

¿Como es que los plaguicidas se mueven de un lugar a otro en el medio ambiente?

La forma más obvia es el acarreo durante el proceso de aplicación. En las aplicaciones convencionales menos del 50% del químico que es aplicado llega al blanco deseado (Impson, 1977, p.p. 7-8).

El problema del acarreo es agrandado por la disminución del tamaño de las gotas. En aplicaciones de herbicidas (y otros plaguicidas) con sistemas convencionales, se trata de reducir este problema evitando las aplicaciones cuando la velocidad del viento es mayor de 8 kilómetros por hora, y evitando áreas sensibles (tales como lagos, rios y cultivos susceptibles cercanos). Estas medidas precautorias resultan más efectivas si las aplicaciones se realizan con la técnica CDA.

La volatilización de herbicidas es una fuente importante de contaminación del aire. Esto ocurre durante el proceso de aplicación, ya sea de la superficie del blanco, o de superficies que aunque no fueron blanco si fueron alcanzadas (cultivo, suelo, rastrojo, etc.) (anónimo, 1982, p.p. 224-225).

En particular los ésteres alquílicos de cadena corta de 2,4-D ocasionan o pueden ocasionar daños a cultivos sensibles no rociados.

"La volatilización de un herbicida desde el suelo depende de la presión de los vapores del compuesto, de su adsorción al suelo y de su solubilidad en agua. La volatilización es influida por varias propiedades del suelo, por la temperatura y menormente por la humedad relativa". (Colin, 1979, p. 229).

Este proceso tiene lugar continuamente y contribuye considerablemente a aumentar el número de herbicidas transportados por el aire; con CDA esto se ve disminuido grandemente debido a la reducción del ingrediente activo.

El movimiento de herbicidas en el aire aparece como la mayor fuente de contaminación global (de estos) y contribuye de manera importante a la contaminación de áreas remotas en todo el mundo (Impson, 1977).

Los herbicidas se integran a las corrientes de aire a través del acarreo hecho por las mismas, la volatilización y la erosión; moviéndose a grandes distancias; estos, más tarde se depositan nuevamente durante las lluvias o en forma de polvo.

Estudios tedricos indican que durante el período de un año 40 toneladas de herbicidas se depositaron en Inglaterra durante las lluvias. Esto está basado en 101.6 mm. de precipitación anual, con un nivel de contaminación en el agua de lluvia de 170 partes por trillón.

Se ha mencionado con anterioridad los efectos de la contaminación del suelo por los herbicidas. Los efectos pueden variar desde la limitación del uso del suelo contaminado hasta su total esterilización. Esto es raro excepto cuando así se requiere.

La contaminación del suelo con herbicidas puede ser resultado de las aplicaciones directas, o de escurrimientos y acarreos. Estas contaminaciones de suelo son manejadas de muy diverso modo. En las aplicaciones de pre-emergencia con la técnica CDA se logran coberturas y controles muy buenos, pero siguen siendo una fuente potencial de contaminación si no se cuidan aspectos básicos como la dosificación del producto comercial o del ingrediente activo. En cuanto a la contaminación del suelo por escurrimientos es casi nula con esta técnica; si se tiene solo el agua necesaria para conducir el ingrediente activo a su objetivo biológico no existe sobrante alguno que caiga de las hojas hacia el suelo; por el contrario, los grandes volúmenes de agua utilizados en las aplicaciones convencionales, escurren junto con gran parte del ingrediente activo hacia el suelo contaminándolo. (Impson, 1977).

Ahora bien, ¿Cuanto persisten los herbicidas en el suelo?

Muchos factores son los responsables de la persistencia de los herbicidas (y plaguicidas en general). El producto en si es de mucha importancia. El tipo de suelo es extremadamente importante, en los suelos arcillosos la persistencia tiende a

aumentar comparada con suelos arenosos o ligeros. De hecho las concentraciones recomendadas en muchos herbicidas son mas altas para suelos arcillosos que para suelos ligeros. La concentración más alta debe de ser usada en suelos pesados debido a que las partículas de herbicida son fuertemente atraídas por el suelo.

La descomposición de los herbicidas se ve fuertemente incrementada por los fenomenos de fotodescomposición, lixiviación, biodegradación, y la humedad, entre otros.

A manera de resumen. los herbicidas son una gran arma cuando se usan adecuadamente. Son una herramienta que puede ser usada para producir más y mejores cosechas reduciendo el daño ocasionado por las malezas.

### 3.1.2. Formación de las gotas.

El punto medular de la técnica CDA consiste en "un tamaño de gotas específico para un objetivo biológico determinado" (Bals, 1979b).

Gracias al control del tamaño de gotas se obtienen una serie de beneficios en el control de malezas, tales como:

Disminución en los niveles de contaminación; desaparición casi total del arrastre por el viento; y gran eficiencia en las aplicaciones; entre otros.

¿Como se forman las gotas?; en general podemos decir que:

El líquido de aspersión es conducido a un disco que gira a una velocidad uniforme pre-determinada, el líquido es expelido hacia la periferia del disco que en los equipos más refinados tiene muescas o dientes que sirven de puntos de fuga para la formación de ligamentos y a partir de ellos gotículas de tamaño conocido con gran uniformidad de tamaño. Cuando este disco rotativo es alimentado con "la cantidad justa de líquido" para formar un ligamento a partir de cada diente en la periferia del disco, se logran aspersiones de una extraordinaria uniformidad (Rivera, 1982).

De lo anterior surgen dos puntos medulares dentro del proceso de formación de las gotas, estos son:



- Diámetro del disco.

-RPM del disco.

Ambos intervienen directamente en el tamaño de las partículas; Walton y Frewett (1949) tomado de Wenner (1979), encontraron que el tamaño de las gotas era una función inversa de raíz cuadrada del diámetro del disco multiplicado por una constante (cuando se utilizan líquidos de la misma tensión superficial y densidad) dividido entre las RPM. Englobado esto dentro de una fórmula quedaría:

$$\text{Tamaño de gota} = (K) \frac{1}{\sqrt{d} \text{ RPM}}$$

donde:

(K) = 0.014

d = Diámetro del disco.

RPM (del atomizador).

Con esta fórmula y variando las RPM es fácil tener controlado el tamaño de las gotas, punto importante para obtener un buen control de malezas.

Se ha hablado mucho de la importancia del tamaño de las gotas para lograr un control eficiente; existen muchos puntos que hay que tener en cuenta si se quiere tener una aplicación satisfactoria de herbicidas o cualquier otro plaguicida.

Retomando lo dicho en la introducción, se establece que las boquillas hidráulicas o convencionales producen gotas de muy variado tamaño, como consecuencia deficientes. Las boquillas de disco rotativo o CDA producen gotas de diámetro muy uniforme y cambiando los orificios de salida de flujo y variando la velocidad de desplazamiento de la aspersión se aumenta o disminuye la "Densidad de cubrimiento". Esta es importante ya que establece el cubrimiento teórico del líquido a asperjar lo que a su vez significa efectividad de la aplicación (Rivera, Blake, 1984).

Se desprende que dos factores importantes para una buena aplicación serán:

- Densidad de cubrimiento (número de gotas por unidad de cubrimiento (1 cm<sup>2</sup>)).
- Uniformidad en el diámetro esperado de las gotas.

Para evaluar la uniformidad del diámetro de las gotas existe la relación DVM/NDM; la uniformidad será mayor mientras esta relación se acerque más a 1.00; teniendo que DVM es el diámetro volumétrico medio y que, NDM es el número de diámetros medios (Rivera, 1985, comunicación personal).

Zchaeler (1977) menciona que con aparatos con una velocidad de 2000 RPM con gotas de 250 micras de diámetro se obtiene un cubrimiento aproximado de 22 gotas por centímetro cuadrado, siendo esto lo más apropiado para herbicidas.

La densidad de cubrimiento aunque teórica, nos lleva a una conclusión: Teniendo un alto número de gotas/unidad de área se obtiene una aplicación uniforme en toda el área tratada; con un aprovechamiento substancial del vehículo (agua). El diámetro al ser controlado perfectamente por la técnica CDA nos arroja como consecuencia una utilización racional del ingrediente activo, el cual va a tener una mayor oportunidad de actuar sobre la maleza, obteniéndose de esta manera cuando menos un control igual de eficiente al obtenido en las aplicaciones convencionales pero a un costo mucho menor (Kempen, 1981), (Merrit, Taylor, 1977).

### 3.1.2.1. Acarreo del químico por acción del viento.

El mayor problema en la aplicación de herbicidas que se le presenta al agricultor es el arrastre que sufren las partículas de estos por acción del viento; en casi toda la república es frecuente ver campos dañados por herbicidas, esto si tomamos en cuenta el tamaño tan pequeño de la mayoría de las parcelas, aunado a la falta de planeación regional y al desconocimiento casi general del modo de aplicación y de acción de los herbicidas incrementa grandemente los daños a cultivos susceptibles cercanos, y las pérdidas en la calidad y cantidad de las cosechas.

En aplicaciones convencionales menos del 50% del químico asperjado llega al lugar deseado; esto es debido sobre todo al rango tan amplio del tamaño de las gotas que se producen con este tipo de aplicaciones (Impson, 1977, p.p. 7-8).

El tiempo propicio para las aplicaciones de herbicidas es corto, debido a que se tienen que realizar en un estadio de crecimiento de las malezas determinado para obtener un buen control; si a este corto periodo le sumamos los momentos en que el viento sopla por arriba del rango de seguridad de aplicación de plaguicidas (8 km/hr.), tenemos un tiempo verdaderamente muy limitado para rociar los herbicidas.

"La velocidad del viento fue generalmente ligera, pero ocasionalmente fué de hasta 25 kilómetros por hora, causando un notable acarreo en las boquillas convencionales que hubieran dañado cualquier cultivo susceptible adyacente" (Mayes, Lush, y Blanchard, 1978).

Las gotas comparativamente grandes de 250 micras tienen una velocidad de caída aproximadamente de 5 kph., lo que resulta en que son llevadas directamente a la maleza, verticalmente sin acarreo y/o evaporaciones, si son aplicadas a poca distancia de la maleza; en herbicidas y algunas otras aplicaciones donde el arrastre debe de ser evitado a toda costa es esencial no tener gotas por debajo de 100 micras en caso extremo, las cuales no sufren aún arrastre alguno de consideración (Bals, 1979a).

"Las gotas muy pequeñas (<100 micras) se evaporan y son llevadas a grandes distancias del blanco biológico, proporciones altamente concentradas de químico no serán lo suficientemente grandes para impactar el follaje" (Wiltre, 1981).

Mayeux, (1977 y 1978), establece que se necesita una pérdida por evaporación del 87.5% (peso o volumen) para reducir el tamaño de la partícula de una gota a la mitad, esto nos demuestra que aunque exista esta, las gotas promedio de 250 micras no serán reducidas a un tamaño menor de 100 micras, considerado aun de gran seguridad en contra del arrastre.

Varios estudios demuestran lo dicho anteriormente:

"El efecto de los vientos transversales en las aplicaciones de gota controlada fue interesante. En un número de ocasiones sopló el viento durante los periodos de aplicación y el problema usual de acarreo ocurrió con los atomizadores convencionales. En un marcado contraste el atomizador Microdrop (mr) no fue arrastrado por el viento" (Mayes, Blanchard, 1978).

"Un menor acarreo por viento fue observado en el aplicador Microdrop (mr), en comparación con los aplicadores convencionales. Se consideró que en la práctica el ahorro de agua y la posibilidad de aplicar en condiciones de viento, supera los problemas de el ligero mejor control de las aplicaciones convencionales de 200 litros por hectárea" (Mayes, Lush, y Blanchard, 1978).

Los efectos del viento deben recibir particular atención a fin de cuantificar las ventajas de la reducción del arrastre por el viento de la técnica CDA.

Los equipos CDA, al formar gotas uniformes, permite no producir gotas de tal diámetro que, se deslicen del blanco o sean arrastradas por el viento; de esta manera, la mayor parte del producto químico se deposita en el blanco, aprovechando casi todo el producto, a diferencia de los equipos que utilizan boquillas hidráulicas, de esta forma se evita la contaminación del suelo (Rivera, Blake, 1984).

Por último, la disminución casi total del arrastre por el viento es un punto importante por medio del cual se puede intensificar el uso de la técnica en el país, evitando de este modo daños a los cultivos y optimizando al máximo el tiempo de aplicación de herbicidas.

### 3.1.2.2. Reducción del vehículo (agua).

Quien haya descrito a México como un país que tiene sed, no estaba totalmente fuera de la realidad; en nuestro país existe una pésima distribución del recurso agua, cabe decirlo de vital importancia para el desarrollo de cualquier tipo de agricultura, aún más, si se trata de una comercialmente apta. El agua que en algunas zonas desérticas escasea, en otras como Chiapas, Tabasco y Campeche, causan problemas de tipo fitosanitario. Otras veces la encontramos a grandes profundidades, lo que deporsi es caro, si a esto le aunamos el desperdicio, el precio que se paga es increíble.

A la mayoría de los agricultores no les es grato ver como cae tanta agua al suelo, agua que tuvieron que cargar en su espalda aveces hasta por varios kilómetros, o, bien gastar tiempo, dinero y energéticos transportando grandes volúmenes de ésta.

Toda esta agua " desperdiciada " no era considerada como tal hasta la aparición de la técnica CDA; y es que los sistemas convencionales de aspersión de productos químicos necesitaban y lo siguen haciendo, de volúmenes mínimos operables de 200 litros por hectárea, para la aplicación de herbicidas; CDA revoluciona este concepto utilizando volúmenes variables de 5 a 45 litros por hectárea dependiendo del químico, tipo de maleza, y aplicador utilizado.



Este sub-tema se avoca, primero, a analizar las investigaciones hechas sobre el volumen óptimo de aplicación de soluciones herbicidas, y segundo sus ventajas y desventajas con respecto a los sistemas convencionales.

La primera persona en interesarse realmente sobre el problema que consistía el acarrear grandes volúmenes de líquido fue Edward J. Bals en el año de 1949, ya que según el mismo, se desperdiciaba gran cantidad de energía humana para aplicar químicos en las plantaciones de té en Ceylán (Wiltre, 1981).

En épocas más recientes una cantidad importante de investigadores de varios países se han interesado por el tema, se considera de importancia mencionar fragmentos de diversas investigaciones hechas por algunos de ellos.

Lush, y Palmer (1976) señalan que: "Se describen dos temporadas de trabajo en que CDA en volúmenes de aplicación entre 15 y 40 litros por hectárea fueron comparados con un atomizador hidráulico convencional de 225 litros por hectárea para la aplicación de herbicidas a cultivos de cereales. Se utilizó una unidad prototipo Horstyn Farmery (elaborada por la WRO, Inglaterra) a 15, 20, 25, y 30 litros por hectárea. En lotes donde el cultivo estaba pequeño CDA mostró un mayor efecto sobre las malezas con respecto a aquellas asperjadas convencionalmente; en aquellos en los que el cultivo era mayor que las malezas, existió un ligero mejor control con los métodos convencionales."

"La maleza predominante Polygonium persicaria estaba tanto densa como vigorosa al momento de la atomización y bien expuesta al herbicida. Muestreos hechos ocho días después de la aplicación mostraron que la maleza tenía un comportamiento igual en todos los lotes. En el último muestreo justo antes de la cosecha, CDA a 40 litros por hectárea, era idéntico a la aplicación convencional.

Seis semanas después de la aplicación en Thorton (Inglaterra) los muestreos mostraron un buen efecto contra Matricaria recutita y Stellaria media; las áreas tratadas con CDA a 20 litros por hectárea eran iguales a los lotes tratados con el método convencional."

La conclusión general en estos ensayos fue que CDA aparece como una buena forma de aplicación, que con un buen volumen de aspersion mejora la penetración en el cultivo.

Taylor, y Holly (1976); "La investigación de equipo y atomizadores rotativos es revisada. En pruebas de maceta, se aplicaron herbicidas sistémicos con un tamaño de gota de 250 micras; fueron tan efectivos los volúmenes de aplicación de 5 a 45 litros por hectárea como los de 200, pero los herbicidas de contacto fueron menos efectivos a bajos volúmenes.

En pruebas de campo fueron aplicados volúmenes de 5, 15, y 45 litros por hectárea, dieron resultados muy alentadores."

En los años de prueba de Mayes, Lush, y Blanchard, reportados en 1978; "Se confirma que CDA en rangos de 20 a 40 litros por hectárea pueden proveer al agricultor de algunas ventajas económicas permitiéndole aplicaciones a tiempo y reduciendo el transporte de agua."

El ahorro de agua supera los problemas del ligero mejor control de las aplicaciones convencionales de 200 litros por hectárea; más adelante mencionan: "Las aplicaciones de herbicidas a través del atomizador Microdrop (mr) fueron generalmente satisfactorias en las pruebas de 1978, el patrón de control con 40 litros por hectárea fue generalmente similar que el de la aplicación convencional de 200 litros por hectárea, y con 20 litros por hectárea fue ligeramente inferior."

El control de Aloperucus myosuroides en cereales de invierno fue similar con los tres volúmenes. El patrón de control de CDA con 20 litros por hectárea aunque inferior a aquel del convencional, permaneció satisfactorio."

"Un control bajo a 20 litros por hectárea frecuentemente coincidió en áreas en las que el cultivo estaba muy cerrado y servía de escudo a la maleza. Los resultados para 40 litros por hectárea fueron mas cercanos a aquellos de los tratamientos convencionales y el control fue más uniforme que con 20 litros por hectárea." (Mayes, Blanchard, 1978).

Wenner, (1979) menciona que: "CDA proporciona por lo menos un control igual al convencional, usando cuando más 20 litros por hectárea de solución herbicida."

Se han logrado importante avances en el control de malezas con CDA, sin embargo falta mucho por realizar e investigar. Una de las razones de ser de CDA es la reducción en los volúmenes de aplicación, en cuanto a esto, existe todavía mucha discrepancia, algunas compañías fabricantes establecen que se obtiene un buen control de malezas con 10 litros por hectárea de solución total; sin embargo las investigaciones hechas revelan que un control aceptable se obtiene sólo con volúmenes mínimos de aplicación de 20 litros por hectárea, se dice además, que para alcanzar el mismo control que otorgan los sistemas convencionales existe un óptimo de aplicación de 40 litros por hectárea.

Se considera que antes que se gasten nuevos esfuerzos en investigaciones sobre el volumen adecuado de aplicación se deben de tomar en cuenta algunos factores de importancia dentro del combate de malas hierbas como serían:

- Cultivo establecido.
- Lugar y época de aplicación.
- Maleza(s) a combatir.
- Estadio de crecimiento tanto del cultivo como de la(s) maleza(s).
- Condiciones climáticas.
- Químico(s) aplicado(s).

Teniendo en cuenta estos factores se pueden establecer pautas generales de control; expuesto esto de otra manera, obtener los volúmenes de aplicación para cada tipo de maleza acorde a su crecimiento y sus interrelaciones con el medio en que se esta desarrollando, ya que al parecer uno de los principales problemas es la falta de penetración a bajos volúmenes de aplicación cuando el cultivo esta muy cerrado.

Obteniendo el volumen adecuado de aplicación; cualquiera que sea, será menor al de las aplicaciones convencionales; con un menor volumen, podremos obtener aplicaciones más rápidas y con menor mano de obra, si son más rápidas y con menor mano de obra el agricultor ahorrará dinero, tendrá hechas sus aplicaciones de herbicida en el momento que se necesitan, y dispondrá de mayor tiempo para otras actividades.

No se desea concluir sin antes decir que CDA es una técnica de grandes alcances, siempre y cuando se utilice debidamente.

### 3.1.2.3. Reducción en la cantidad de ingrediente activo utilizado por hectárea.

Muchos químicos serán mucho más efectivos al aplicarlos con aparatos CDA (Wiltre, 1981).

Este razonamiento resulta lógico si tenemos que CDA provee un tamaño de gota muy regular (alrededor de 250 micras de diámetro para la aplicación de herbicidas), y estas, como se vio en temas anteriores caen a una velocidad en la que se tiene un arrastre mínimo por la acción del viento.

Las características de las gotas producidas por aparatos CDA nos permiten depositar casi todo el ingrediente activo sobre el blanco biológico a controlar; del otro lado de la balanza, según estudios hechos por Wiltre, (1981), menos de la mitad del químico asperjado por los aplicadores convencionales llega al lugar deseado, esto debido principalmente al amplio espectro de gota producido.

El aire acarrea pequeñas gotas con su "porción" de químico teniendo como consecuencia, en primero, daños a cultivos susceptibles cercanos; y en segundo, una baja eficiencia del herbicida utilizado.

Si estamos obteniendo una eficiencia teórica del 50% del herbicida asperjado; esto si tomamos en cuenta lo dicho anteriormente, se podría deducir que con la técnica CDA, en la cual no existen pérdidas considerables por arrastre o

escurrimiento, se podría reducir, por lo menos a la mitad de la cantidad aplicada de ingrediente activo por hectárea; Bruge y Jean (1977) obtuvieron resultados muy alentadores a este respecto, mencionan que utilizando glifosato a la mitad de la dosis se obtuvieron los mismos resultados que con las dosis normales aplicadas con los métodos comunes; inclusive obtuvieron un mejor control con la mitad de la dosis aplicada con CDA sobre Equisetum arvense, que se muestra resistente a los tratamientos convencionales.

Matthews (1980) menciona que: Los resultados son favorables en términos de un buen control en pruebas de post-emergencia en frijol de soya, usando dinitro y bentazon. Las aplicaciones fueron hechas a la proporción habitual y a la mitad de ésta utilizando 18.7 litros por hectárea de mezcla total en vez de la típica de 233.9 litros por hectarea utilizada con las boquillas hidráulicas.

Resultados no tan alentadores son dados por Mayeux, (1978). "En cuanto a experiencia con herbicidas de tipo hormonal tales como el 2,4-D, no hemos tenido indicios que garanticen una apreciable reduccion de la dosis. Sin embargo hemos tenido algunas experiencias en las que "Roudup" (glifosato) usado contra zacate Johnson es efectivo a dosis tan bajas tales como 0.6 a 1.2 litros por hectárea aplicada en 11 litros por hectárea aproximadamente.

En base a esto se debe de hacer un analisis más profundo tomando en cuenta el tipo de herbicida que se vaya a aplicar; hay que hacer un paréntesis de relevancia para mencionar los tres grupos en que divide Impson (1977, p.19) a los herbicidas de acuerdo a su modo de acción:

a) De contacto- Agentes químicos que matan las partes de la planta que son cubiertas por ellos. Deben de ser tóxicos directamente a las células vivas, y sus efectos son generalmente rápidos. Los herbicidas de contacto son efectivos contra malezas anuales, pero generalmente sólo chamuscan temporalmente a las plantas perennes.

Los herbicidas selectivos de contacto matan o inhiben algunas plantas, y causan un daño mínimo a otras. Ejemplo: dinitro que controla malezas en leguminosas o de granos pequeños.

Los herbicidas no selectivos son tóxicos a todas las plantas. Ejemplos: Aceites, paraquat, MSMA, etc.

b) Sistémicos o reguladores de crecimiento- Los herbicidas que pueden ser absorbidos tanto por las raíces como por las partes aéreas, y son translocados a través de los sistemas vasculares de las plantas. Estos herbicidas transtornan el crecimiento de las plantas y sus procesos metabólicos, particularmente los sistemas enzimáticos. Los efectos pueden no ser evidentes hasta cierto tiempo después de la aplicación.



Muchos reguladores de crecimiento son absorbidos por las hojas y translocados a través del floema. Muchos son selectivos, pero dosis excesivas de estos materiales dañan a todo tipo de planta. Ejemplos para malezas de hoja ancha: 2,4-D, dicamba. Para malezas de hoja angosta: dalapón, glifosato, fluazifop-butil.

c) Residuales- Son aquellos químicos que proveen el control de malezas por cierto período de tiempo mediante una aplicación directa al suelo. Su persistencia en el suelo puede ser por un período de semanas, un año, o más. Los químicos residuales pueden ser o no selectivos, aunque esta dependerá de la cantidad aplicada. Ejemplos: diurón, atrazinas, fluometurón.

Altas concentraciones de este tipo de herbicidas deben de considerarse como esterilizantes.

La factibilidad teórica de reducir el ingrediente activo aplicado por hectárea es grande, sin embargo esto está sujeto al tipo de herbicida que se aplique, tipo de cultivo, maleza, y estadios de crecimiento de estos, como puntos de importancia, y deben de hacerse pruebas por separado para ver en que porcentaje se puede reducir realmente la cantidad de ingrediente activo a aplicar.

Una cosa es segura, si se logran reducir las cantidades de ingrediente activo aplicadas, el agricultor podrá ahorrar dinero y se tendrá la factibilidad de racionalizar el uso de herbicidas;

aunque no existan pruebas concluyentes de resistencia a los herbicidas por parte de las malezas, esta debe de existir. Si se le dan nuevas dimensiones a los químicos utilizados y a otros que ya han caído en desuso se pueden obtener mejores controles con menores dosis, lo que atacaría en cierta forma la resistencia que se pudiera estar creando. Mientras cantidades menores de productos químicos se arrojen al ambiente, menor será el impacto ecológico que de estos se desprenda.

### 3.1.3. Impacto económico.

Sería imposible desligar los preogresos técnicos de los problemas o soluciones económicas que de estos devienen, cualquier nuevo avance técnico o científico por pequeño que parezca acarrea una serie de cambios grandes o pequeños en la calidad y forma de vida de la humanidad, así pues, nuevas formas de control de malezas acarrean cambios, principalmente en los sectores de la población que dependen directamente del campo.

Existe una gran diferencia entre las condiciones de trabajo de los países industriales, donde la agricultura no es más que un sector subalterno de la economía nacional.

En lugares en los que la economía es mayormente agrícola, la población económicamente activa tiene ingresos brutos muy por debajo con respecto a las economías industriales por excelencia. Primera paradoja desconcertante: La cosecha varía en relación inversa al total de trabajo empleado en el cultivo. Las agriculturas más ricas, son aquellas en las que la organización del trabajo y del empleo de técnicas permiten reducir al mínimo el número de personas empleadas y hacer desaparecer la población agrícola. (George, 1980, p.p. 162-163).

Es por lo que, por lo menos en nuestro país se tiene que estudiar a conciencia la introducción de modelos de producción extranjeros, un cambio demasiado brusco en los patrones de

explotación del campo traerían como consecuencia un desempleo en el mismo, y una sobredemanda en otras ramas de la producción nacional.

"Es indudable la migración del campo a la ciudad" (Kautsky, 1978, p.167). ¿Porque sucede esto?, los problemas en el campo se acrecentan día a día; de 1950 a 1981 se ha aumentado de 30 a 51% el número de campesinos sin tierra (Solis, 1981).

A medida que el capitalismo se desarrolla en la agricultura, se ahonda la diferencia cualitativa, desde el punto de vista técnico, entre la grande y la pequeña explotación (Kautsky, 1978, p.101); a su vez existe una constante desaparición de explotaciones agrícolas, la cual se ha realizado principalmente a expensas del sector minifundista (Gutelman, 1978, p.258).

Lo propio de estos minifundios es que no permiten vivir de ello a sus dueños, y estos con frecuencia se ven obligados a deshacerse de ellos en beneficio de propiedades mayores, pasando a formar parte del proletariado agrícola.

Existe una serie de semiproletarios agrícolas por así llamarlos que son los que continúan siendo minifundistas, privados o ejidatarios, que al mismo tiempo que son propietarios y explotadores se ven obligados, para subvenir a las necesidades de su familia, a recurrir a ocupaciones anexas. Se dedican a las artesanías con mayor frecuencia, se alquilan como trabajadores

agrícolas en las explotaciones grandes y medianas que cuentan con medios para emplearlos (Gutelman, 1978, p.260).

Poco se puede hacer para evitar las constantes migraciones del campo a la ciudad; "El problema proviene desde mucho antes de la revolución" (Guevara, 1990, p.54).

Sin embargo, apunta nuevamente Guevara (1980,p.55) "Las nuevas técnicas de bajo costo implementadas en el campo mexicano parecen tener muy buena aceptación, inclusive, en aquellos lugares en los que el campesino apenas obtiene el ingreso base para su subsistencia".

La deducción que se hace al respecto es simple (Guevara, 1980); Los campesinos minifundistas están deseosos por un lado de obtener el máximo provecho de su parcela y por otro, desean tener la mayor disponibilidad de tiempo para otro tipo de actividades. Las grandes explotaciones por su parte están deseosas de obtener los mayores beneficios con los menores costos.

"La implementación de los primeros herbicidas en algodón en el Norte del país a mediados de siglo tuvo una acogida inesperada". (Guevara, 1980, p. 73).

Mejores técnicas de producción, acarream que los campesinos de menores recursos aumenten sus producciones y de esta forma su nivel de vida; se sabe que el campesino que peor vive es el que más trabaja, ya que no tiene acceso a las técnicas altamente productivas. Para vivir mejor se ve obligado a procurarse

actividades complementarias; cosa que se vería drásticamente disminuida si se adaptan formas de producción de acorde a sus necesidades.

### 3.1.3.1. Principales tipos de explotaciones en el agro mexicano.

Es de importancia establecer por lo menos de una manera general los dos tipos de tenencia de la tierra, claro esta con algunas variantes, cada una de estas, tiene parametros económicos y sociales claramente definidos, los cuales influyen de una manera u otra la introducción de técnicas de producción nuevas, como es el caso de la técnica CDA, relativamente nueva en el control de malezas, la cual, al igual que otros nuevos sistemas pueden afectar las relaciones de producción hasta entonces establecidas.

a) Pequeña propiedad (en sus modalidades de comunal, ejidal y privada).- Esta es casi siempre explotada por el propietario (George, 1980, p.124). El equilibrio económico y social de la explotación directa familiar se basa en las dimensiones de la propiedad. En un contexto técnico dado, y tomando el tiempo anual de trabajo útil los ingresos más elevados se obtienen de una propiedad de un tamaño tal que permita el empleo pleno de la fuerza de trabajo familiar, existen casos, sin embargo en los que la mano de obra familiar es insuficiente para algunas labores, tales como el control de malezas, aquí es cuando el productor se ve obligado a tomar uno de dos caminos: o emplea mano de obra y por lo tanto la ganancia neta se ve la mayoría de las

ocaciones disminuida, o bien, emplea técnicas de control químico el cual, aunque el más viable por su bajo costo, y control eficaz se ve dejado a un lado por el desconocimiento de este. No olvidemos que la pequeña propiedad, a excepción de algunos casos particulares, tiene como factores comunes la falta de recursos económicos, y un gran desconocimiento de técnicas de producción modernas; se hace pues, necesario inculcar la utilización de formas de producción mucho más eficientes y de una mayor rentabilidad.

b) Grandes explotaciones netamente capitalistas.- Son regidas generalmente por un administrador que recibe un salario fijo; este tipo de propiedad no da un empleo permanente. La agricultura especializada permite reducir las tareas a algunas semanas de trabajo, mediante la utilización de grandes máquinas. Cuando es necesario efectuar las tareas se utilizan camiones para llevar los equipos imprescindibles. Tan pronto acaban las operaciones, van a realizar labores a otros predios. Se tiene acceso al capital y a las técnicas de producción más avanzadas.

Tal parecería que las técnicas altamente novedosas solo son compatibles con grandes explotaciones con carácter capitalista; por el contrario, los equipos CDA, están diseñados principalmente para áreas pequeñas (en su versión manual), y que como se ha



mencionado anteriormente, no necesitan de grandes cantidades de agua; son ligeros; y sobre todo de un precio muy bajo, haciendose accesibles para los dos tipos de explotaciones, con la facilidad que al no ser demasiado costosos y tener una gran duraci3n no merman la economi3 de los peque#os propietarios; cabe resaltar, que estas unidades manuales fueron dise#adas pensando en economi3s y t3cnicas de producci3n de pa3ses en v3as de desarrollo; las unidades CDA montables a tractor, contienen la mayor parte de las caracteristicas se#aladas para los equipos manuales, con la diferencia que tienen un radio de acci3n mayor que las manuales.

### 3.1.3.2. Ocupación de la población rural.

Lejos de querer hacer un profundo análisis de economía agrícola, se quieren dejar sentadas las bases que pueden ser de utilidad para comprender el intrincado problema que se tiene con la introducción de cualquier nuevo factor de producción (incluyendo la aspersión de herbicidas con la técnica CDA) que pueda desplazar en cierta medida la mano de obra agrícola, y la misma.

"La población rural se ve forzada a abandonar la tierra, y la reducción de la mano de obra para la estación de las grandes tareas agrícolas acelera la mecanización y fuerza a modificaciones de los sistemas de cultivo". (George, 1980, p.165).

Tomando como modelo a la propiedad de tamaño pequeño, sabemos que en gran medida la pobre producción que obtienen los productores de ésta, es insuficiente para recibir los satisfactores básicos para su existencia, debido principalmente al tamaño tan reducido de las parcelas; el rendimiento por hectárea tan bajo que se tiene; y la falta de apoyo de las instituciones públicas; además de las técnicas arcaicas que en la mayoría de los casos se utilizan. Como se expresó anteriormente, entre mayor sea el trabajo netamente físico, menor será la producción, esto, si se compara con los beneficios que arrojan

las técnicas de producción altamente eficiente.

Un buen control de malezas por cualquier método, aumenta las producciones, y así las ganancias, con CDA esto es mucho mayor, ya que los costos de aplicación y de equipo son mas bajos que los de aplicaciones convencionales; y se cubre mas terreno por hora de trabajo.

Un pequeño productor no puede usualmente vivir con lo que recibe del producto de sus tierras (salvo en casos contados como algunos productos hortícolas); luego entonces tiene que buscar otros medios de subsistencia, ya sea alquilando su fuerza de trabajo, o dedicándose a otras actividades fuera del contexto agrícola. El control de malezas ocupa en algunos lugares hasta dos terceras partes del trabajo total para producir cualquier cosa; CDA al poder ser utilizada en condiciones en las que los aplicadores convencionales no se pueden utilizar, y al ser más eficientes en cuanto a hectáreas por hora, minimiza el tiempo dedicado al control de malezas, y da oportunidad a que los productores, utilicen su tiempo libre en otras actividades.

Pasando a las relaciones de producción de las grandes explotaciones, estando inmersos total, o casi totalmente dentro de un medio de producción capitalista, el principal objetivo de estos será obtener mayores ganancias, en orden de producir más, y/o bajar los costos de producción. Se tiene frecuentemente

disposicion de capital por lo tanto factibilidad de utilizar grandes cantidades de mano de obra; más sin embargo como apunta George, (1980, p.157) "La preocupación por reducir la mano de obra empleada cuando es costosa o demasiado escasa ha hecho que se crearan tipos de máquinas extremadamente diversas que responden a las multiples necesidades de cada cultivo y grupos de cultivos".

Se tiene, además un fácil acceso a las modernas técnicas de producción que minimizan la utilización de mano de obra, y que arrojan en la mayoría de los casos mayores y mejores producciones, y por lo tanto más ganancias.

El desplazamiento de mano de obra por cualesquiera de los modernos y mecanizados o altamente sofisticados medios de producción (incluyendo CDA) no debe de tomarse de ninguna manera como un ataque al proletariado agrícola; una más eficiente producción en el renglón agrícola debe de arrojar mejores condiciones de vida para toda la población.

### 3.1.3.3. Efectividad hora-hombre.

"Todas las formas modernas de mejora en la técnica agrícola apuntan a la misma perspectiva de reducción del tiempo de trabajo y de conjunto de esfuerzos físicos, para obtener un resultado económico determinado". (George, 1980, p.311).

El objetivo de cualquier tipo de explotación agrícola es obtener una relación, en la cual, se incremente la ganancia por hora de trabajo empleada, y de esta forma por unidad de superficie; esto se logra mediante la introducción de técnicas modernas de acuerdo a las necesidades de los productores.

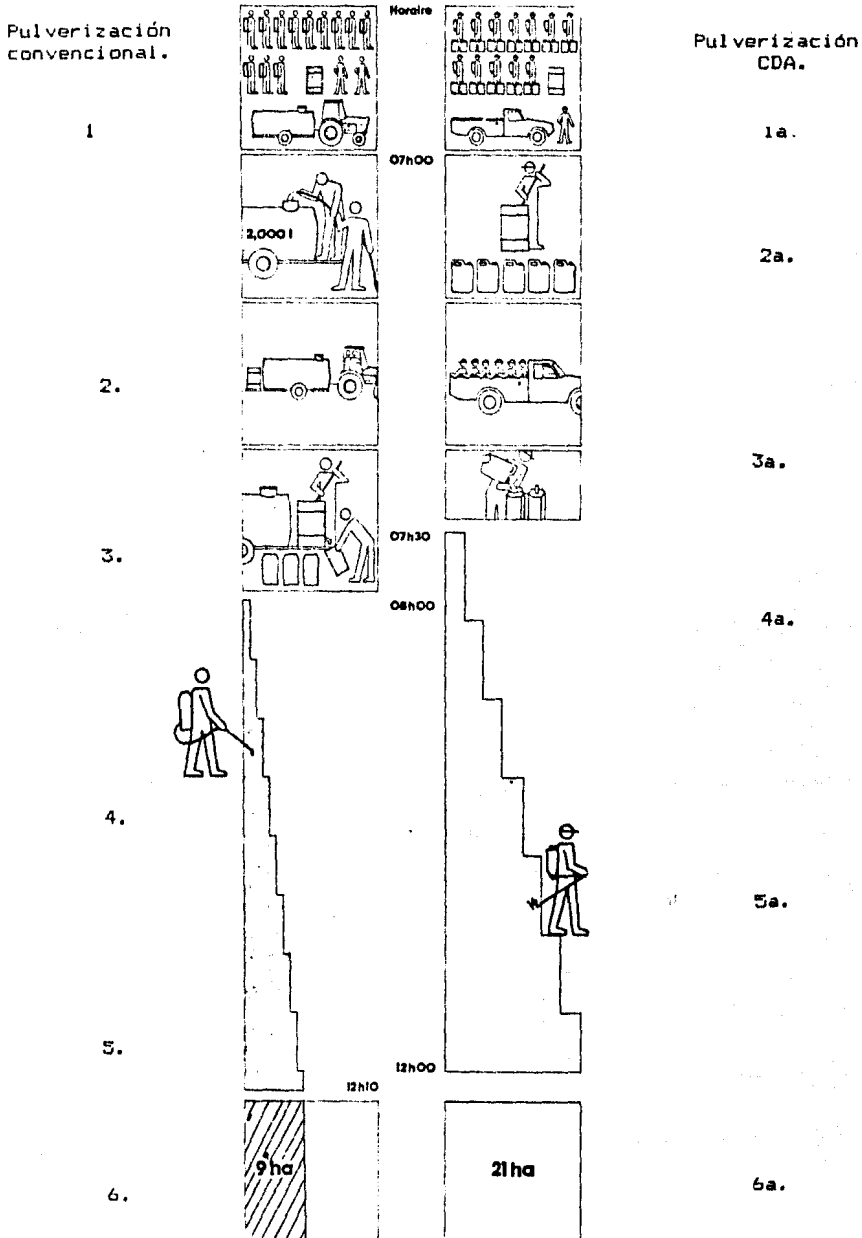
Un pequeño agricultor tiene siempre mucho interés en un método de aspersión que le promete menos trabajo físico; con CDA puede, además, proteger su cultivo trabajando pocas horas a la semana en el momento más importante, en lugar de tener con muchísima pena tener que hechar agua en todo el cultivo para verla caer en gran parte en el suelo (Strong, 1979).

Estudios hechos en diversas partes, con diferentes tipos de aparatos de aspersión de gotas de tamaño controlado, demuestran que por las características de éstos, mencionadas en capítulos anteriores, se obtiene un mayor y mejor rendimiento de la mano de obra utilizada. De todos estos estudios el más representativo es el desarrollado por Ciba-Geigy (Anónimo, 1984) (Cuadro .1), en el cual es comparado un día de actividad de dos cuadrillas de

trabajadores agrícolas; por un lado se aplica herbicida con un método tradicional, y por otro lado con unidades CDA:

(Cuadro. 1).

Comparación de un día de trabajo entre...



Tomado de Anónimo (1984).

Comparación entre un día de trabajo con atomizadores convencionales y atomizadores CDA (Birky. mr).

1.- Equipo; un tractor, un tanque para el agua, un remolque para el personal y el material, un tanque para la mezcla, doce atomizadores convencionales.

Personal; un conductor, una persona para las mezclas y las recargas, doce operadores.

2.- En campo; el equipo de atomización debe esperar durante la recarga, son necesarias dos personas para las operaciones de mezcla y recarga de las aspersoras en campo, así como un tanque para el aprovisionamiento de agua destinada para la mezcla.

3.- En la parcela; La operación de mezcla retrasa a las doce personas que deben esperar su turno para llenar sus atomizadores.

4.- Los pulverizadores tradicionales a alto volumen por hectárea utilizan 20 lts/10 min.; por lo tanto un equipo de doce personas tratan solamente una hectárea durante ese tiempo.

5.- Los pulverizadores tradicionales no han podido empezar el tratamiento hasta las 8:00 porque las operaciones de mezcla y recarga tienen que ser hechas antes de empezar a trabajar.

6.- Resultado; con los atomizadores tradicionales, se necesitan 14 personas y 1.800 litros de mezcla para nueve hectáreas.

1a.- Equipo; una camioneta (únicamente para el transporte al campo y regreso), 24 bidones de 20 litros, un tanque vacío para la mezcla, doce pulverizadores CDA (Birky).



Personal; un conductor (unicamente para el traslado a campo y regreso), doce operadores.

2a.- El equipo CDA está trabajando en la mezcla a atomizar, en rellenar los bidones y cargarlos a la camioneta.

3a.- Cada operador lleva dos bidones de 20 litros cada uno de mezcla, suficiente para trabajar dos hectáreas; nada de mezclas en pleno campo, ninguna pérdida de tiempo en las recargas, nada de tractor durante todo el día. Una sola camioneta es suficiente para transportar rápidamente el personal y el material.

4a.- El equipo CDA empieza inmediatamente el trabajo de pulverización; cada operador trata 0.25 hectáreas en media hora; es decir 3 hectáreas en media hora por todo el equipo de aspersión.

5a.- El equipo CDA ha empezado a trabajar a las 7:30 y al medio día ya ha tratado 21 hectáreas.

6a.- Resultado; con el atomizador CDA, se necesitan solamente doce personas y 420 litros de mezcla para 21 hectáreas.

Mientras menos tiempo se pierda en las recargas; mayor será el área tratada por carga (de herbicida); y, mientras menos peso lleve el operador; la aplicación será más eficiente; los tiempos muertos serán menores y se podrán tratar más hectáreas por jornada de trabajo. Al hacerse más eficiente se reducen los costos de aplicación de herbicidas y la ganancia neta aumentan. Se contratan y pagan menos jornales, pudiendo inclusive recibir estos mejor salario unitario.

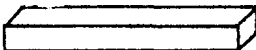
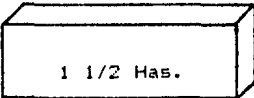
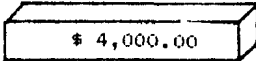
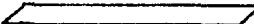
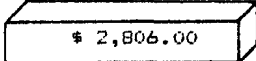
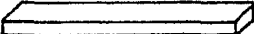
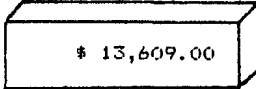
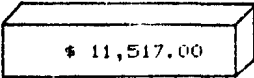
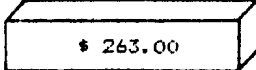
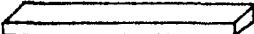
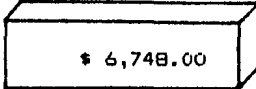

#### 3.1.3.4. Relaciones Beneficio-costo.

"El objetivo de la economía de mercado es la obtención del beneficio más elevado; es decir, la mayor diferencia entre el total de ventas y el conjunto de gastos correspondientes al costo de los productos vendidos, incluido el conjunto de las amortizaciones que afectan a toda la explotación". (George, 1980, p.228).

La relación beneficio-costo es favorable para CDA. Si comparamos los métodos tradicionales de control de malezas con la técnica CDA; a manera de un ejemplo muy generalizado, se presenta la extrapolación al contexto nacional de un trabajo hecho por Ciba-Geigy (Anónimo, 1984), en caña de azúcar, Kenya, 1984. (Cuadro. 2).

(Cuadro. 2).

Extrapolación de un estudio comparativo de rentabilidad en caña de azúcar (gracias a datos proporcionados por la industria nac. azucarera. Nov/85.) tomado a partir de Anónimo (1984).

	Pulv. normal.	Pulv. CDA.
Sup/día/ pulverizador.	1/2 Ha. 	1 1/2 Has. 
Costo del transp. agua/ Ha.	\$ 4,000.00 	\$ 0.00 
Costo aplic/ Ha.	\$ 2,806.00 	\$ 935.00 
Amortización Apli/año.	\$ 13,609.00 	\$ 11,517.00 
Amortización aplic/Ha.	\$ 263.00 	\$ 56.00 
Costos totales.	\$ 6,748.00 	\$ 829.00 

El cuadro anterior muestra las grandes ventajas económicas que posee CDA sobre los aplicadores convencionales.

Los atomizadores de gotas de tamaño controlado son más económicos que los convencionales (tanto los manuales como los montables a tractor), operan a un menor costo, y se cubre una mayor superficie por jornada; dandonos de esta forma un mayor beneficio costo-ganancia con respecto a las técnicas tradicionales en el control de malezas.

### 3.1.3.5. Perspectivas reales.

El conjunto de las técnicas modernas solo puede ser asimilado por unidades de producción de dimensiones bastante grandes, salvo algunos caso excepcionales, como el del cultivo intensivo de hortalizas. La rentabilidad de los tractores y de las grandes máquinas solo esta asegurada en el caso en que se empleen durante un número de días al año, cercano al máximo de utilización específica. Supone también que el tiempo de utilización corresponde a un tiempo de trabajo efectivo; es decir, que son reducidos al mínimo los desplazamientos y las maniobras difíciles. No hay pues, igualdad entre las diversas explotaciones ante las perspectivas de modernización. (George, 1980, p.p. 314-315).

Dentro de este aspecto se toman en cuenta grandes gastos para grandes máquinas, cosa solo compatible con grandes extensiones de terreno y grandes capitales; pero la modernización en la agricultura debe ir mas allá, debe de tener por efecto esencial la reducción del costo y tiempo de trabajo exigido para obtener el ingreso bruto de la explotación; no se tienen grandes gastos en la obtención del equipo y son altamente eficientes. (cuadro. 3).

Este tipo de aparatos proveen al agricultor de un arma capaz de combatir malezas en el momento oportuno y con un mínimo de horas de trabajo, de esta manera se eleva el nivel de vida del

campesino ya que dispone de mayor tiempo libre; hay que ser objetivos, gran parte de la agricultura nacional se desarrolla en parcelas pequeñas en las que los propietarios no obtienen los ingresos básicos para vivir; al verse librados de la carga física y de tiempo que representan las malezas se pueden dedicar a otras actividades.

Si vemos las grandes explotaciones, al utilizar la técnica CDA, la cual es altamente eficiente se reducen costos de operación lo que deviene en una mayor ganancia.

La técnica CDA es un factor económico importante que puede arrojar beneficios al agro mexicano si es utilizado de una manera racional, de tal forma que se obtengan mayores satisfactores económicos, sin que se desequilibre de una forma sensible la mano de obra que vive de las actividades agrícolas.

(Cuadro. 3).

Comparación entre dos sistemas de aplicación para el control de Alabama argillacea en Caña de azúcar (tomado a partir de Guariglia, Smith, 1984) y extrapolado gracias a datos proporcionados por la Industria Nacional Azucarera, y experiencias personales de Rivera, (1986).

1.- Número de aplicaciones durante la zafra (media entre 30 agricultores).

Sistema CDA 4.3 aplicaciones.

Sistema convencional 5.8 aplicaciones.

2.- Rendimiento de las aplicaciones (# Horas/Ha.).

Sistema CDA 1.6 horas/Ha. (con un hombre).

Sistema convencional 2.7 horas/Ha. (con dos hombres).  
6.4 horas/Ha. (con un hombre).

### 3.2. Desventajas de la técnica CDA.

A pesar de sus grandes ventajas, la técnica CDA tiene, de igual manera algunos inconvenientes poco reportados en la literatura, sin embargo se cree necesario mencionarlos; para que en futuras investigaciones, o al utilizar el método en campo sean tomadas en cuenta, minimizando de esta forma sus efectos negativos sobre los cultivos.

#### 3.2.1. Suceptibilidad al lavado por lluvia.

Lush, y Palmer (1976) reportan haber tenido un menor control en trigo de Invierno con el método CDA en comparación con los convencionales; esto se asegura, fue debido a la lluvia que cayó después de la aplicación de difenzoquat.

Si la lluvia parece afectar de una manera importante a las aplicaciones de herbicidas realizadas con métodos convencionales (de hecho no se recomienda hacer las aplicaciones, si la lluvia amenaza); más aún parece afectar a las atomizaciones de herbicidas hechas con aparatos CDA; esto se deduce, debido al bajo volumen de aplicación, que es fácilmente lavado por la acción de la lluvia, esto es constatado por los mismos Lush y Palmer, en la misma investigación, los que reportan que en orden decreciente, de mejor a peor control se obtuvo con 200 litros por hectárea (aplicación convencional); hasta 15 litros por hectárea, CDA como el peor control.



Se dice pues, que deben evitarse las aplicaciones de herbicidas con la técnica CDA en temporadas lluviosas; o adicionar en la mezcla agentes adherentes, para mejorar la fijación del producto herbicida a la maleza, esto deberá de hacerse con reserva del tipo de herbicida y la maleza de que se trate.

### 3.2.2. Falta de penetración en el cultivo.

Uno de los principales problemas de la técnica CDA parece ser la falta de penetración en cultivos muy cerrados, cuando se aplican volúmenes por abajo de los 20 litros por hectárea. (15 según May, y Ayres, 1980); Dichos volúmenes son eficaces cuando se hace la aplicación en pre-emergencia.

"Un control bajo a 20 litros por hectárea frecuentemente coincidió con áreas en las que el cultivo estaba muy cerrado y servía de escudo a la maleza" (Mayes, Blanchard, 1978).

Aunque no existe ningún estudio en particular sobre el caso, el bajo control con las condiciones antes mencionadas se debe principalmente a las características inherentes a la técnica CDA; es decir:

- Gotas arriba de 250 micras de diámetro caen casi a la misma velocidad que la gravedad; de esta forma no son arrastradas por el viento, y caen verticalmente sobre lo primero que encuentran: el cultivo.
- Las gotas de 250 a 1000 micras de diámetro no resbalan por el blanco impactado, siendo imposible de esta manera que el herbicida escurra hacia la maleza.

- Volúmenes tan bajos (20 o menos litros por hectárea) son retenidos en gran parte en el cultivo, cuando este tiene una talla mayor que la maleza.

Se sabe que una vez que el cultivo ha rebasado en tamaño a la maleza, esta deja de poner en peligro al cultivo en gran parte; el cultivo a logrado imponerse a la maleza, si esta no es capaz de competir por luz, su crecimiento disminuirá en gran medida, y la competencia por agua y nutrientes también decrecerá, sin embargo, tanto para no tirar el herbicida en malezas que no disminuyen significativamente los rendimientos como para poder controlar malezas que aunque a niveles inferiores del cultivo representan una fuente de competencia para este; se hace necesario para cada caso específico, la determinación del volumen óptimo de aplicación; Los mismos Lush y Palmer, (1976) concluyen:

"Con un buen volumen de aplicación y tomando en cuenta el estadio del cultivo se mejora la penetración del herbicida aplicado".

### 3.2.3. Peligro de sobreposición.

El principal peligro de una sobreposición lo es la pérdida de la selectividad del herbicida. Lush y Palmer (1976, p.391) coinciden en que una de las grandes ventajas de la técnica CDA es la "mayor deposición del químico en las malezas"; esto aunado a que se trabaja con una concentración de químico 10 veces mayor que en las aplicaciones convencionales, da como resultado un mejor control teórico (y en la mayoría de los casos práctico), sin embargo y por lo tanto se deben de tener precauciones extras para evitar la sobreposición, ya que esta alta concentración de químico puede romper la tambaleante selectividad que la mayoría de los herbicidas poseen, se sabe que:

"La efectividad de cualquier herbicida es relativa y depende de variables presentes en una complicada cadena de acontecimientos que comienza con la aplicación"... (Anónimo, 1982, p.255).

Es por esta efectividad al "filo de la navaja" y por las características de la técnica CDA (gran concentración de químico) que se debe de tener especial cuidado para evitar los daños al cultivo.

(Bruge, Jean, 1977) (Lush, Palmer, 1976) y (Mayes, Blanchard, 1978) coinciden en que se deben de tomar una serie de precauciones para evitar las sobreposiciones, estas, se evitan fácilmente teniendo las mínimas precauciones como sería apagar los aparatos antes de dejar de caminar, espaciar apropiadamente los aplicadores, etc.. Es pues, esta desventaja fácilmente evitable.

#### 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Con todo lo antes mencionado podemos concluir que:

1.- CDA tiene unos niveles de contaminación al Medio Ambiente circundante al lugar donde se realiza la aplicación, muy por debajo con respecto a las aplicaciones convencionales; al tener un tamaño de gota tal, que no son arrastradas fácilmente por el viento se el daño a cultivos susceptibles cercanos, cosa que no ocurre con las aplicaciones convencionales que poseen un amplio rango de tamaños de gotas.

2.- La contaminación en el suelo (para aplicación a malezas en post-emergencia) es casi nula, el herbicida aplicado no resbala de las hojas de la maleza hacia el suelo.

3.- Teniendo un alto número de gotas/unidad de área se obtiene una aplicación uniforme en toda el área tratada; con un aprovechamiento substancial del vehículo (agua).

4.- El volumen de agua total por hectárea se puede reducir satisfactoriamente a 20 litros por hectárea; aunque algunos autores consideran que se puede reducir aún más dicho volumen; Se establezca que cada caso en particular debe de ser tratado por separado para obtener el volumen óptimo de aplicación.

5.- Los volúmenes de aplicación son menores a los convencionales, se realizan las aspersiones más rápidamente y con menor mano de obra, el agricultor ahorra dinero y realiza las aplicaciones en el momento que las necesita; tiene tiempo para otras actividades.

6.- La reducción de la cantidad de ingrediente activo utilizado por hectárea, es un punto al que se le debe prestar especial atención; no se puede decir que en todos los casos sea posible; sin embargo se recomiendan investigaciones particulares para cada producto herbicida.

7.- La posibilidad de introducción en gran escala al mercado nacional es grande debido a su superioridad sobre los sistemas convencionales.

8.- Debido a su gran eficiencia, reduce notablemente el costo de producción de cualquier cultivo (si es comparado con los sistemas convencionales).

9.- La falta de difusión tanto por parte de la iniciativa privada como de las instituciones públicas a sido un factor por el cual la técnica CDA es prácticamente desconocida en el país, se recomienda pues, una mayor divulgación de las perspectivas que ofrece dicha técnica para el control de malezas.

10.- Las fallas que tiene CDA (Falta de penetración, lavado por lluvia, etc.) pueden ser corregidas, pero un mayor empeño se

debe de poner para dejar bien establecidos los volúmenes y concentraciones de aplicación para cada caso.

Esta somera descripción de la técnica CDA la deja entrever como un método de aplicación de herbicidas que tenderá a desplazar a los métodos convencionales de aplicación.

Falta mucho por hacer, en este sentido esta pequeña revisión bibliográfica pretende motivar a otros estudiantes y profesionistas a poner a prueba las cualidades de los aplicadores de gotas de tamaño controlado.



## 5. BIBLIOGRAFÍA.

Anónimo, 1971, La técnica de la aspersión controlada; características, técnicas y manejo de los equipos Ulva y Herbi, Conferencia de la FAO.

Anónimo, 1978, Asamblea de boquillas portátiles de microaspersión para producir tamaños controlados de gotas para el uso en experimentos de campo en pequeños lotes, BCPC, Monograph No. 22, p.p. 121-127.

Anónimo, 1981, Weeds, Bugs and things; a pest control publication from an equipment viewpoint, Vol. I, March.

Anónimo, 1982, Plantas nocivas y como combatirlas, National Academy of Science, Ed. Limusa, Mex. D.F.

Anónimo, 1983, O pulverizador manual "Electrodyn", Boletín Técnico, ICI Brasils S.A.

Anónimo, "Herbi", un enfoque revolucionario en la aplicación de herbicidas, Micron Co.

Anónimo, 1984, Folleto de propaganda "Birky", Ciba-Geigy, Paris, Francia.

Bailey, R.J., Smartt, A., 1976, Resultado de aplicaciones de herbicidas con la técnica CDA en herbicidas, BCPC, Vol.2, p.p. 383-389, Londres, Inglaterra.

Bals, E.J., 1971, Some thoughts on the concept of ULD (ultra low dosage) spraying, FAO Conference of international organisation, 23-26 Feb..

Bals, E.J., 1978a, Razones para la aplicación de gotas controladas (CDA), Micron Sprayers Ltd., BCPC-malezas.

Bals, E.J., 1978b, Controlled droplet application today, World crops (the journal of international agriculture), London, UK.

Bals, E.J., 1979a, Revisión de los estudios en curso de espectros de gota y aplicaciones de herbicidas en CDA, Micron Sprayers, 32vo congreso de la sociedad del Suroeste de la ciencia de la maleza, Atlanta, Georgia, EE.UU.

Bals, E.J., 1979b, Spray application with C.D.A. (Application of pesticides from ground bases sources), Cranfield Institute of technology, college of aeronautics, Micron Sprayers Ltd.

Bals, E.J., 1979c, The principles of and new developments in ultra low volume spraying, Micron Sprayers Ltd., Proc. 5th, Br. Insectic., Fungiv., Conference.

Bals, E.J., 1981, Electrostatics and new developments in CDA, Micron Sprayer Ltd..

Bruge, G., Jean, F., 1977 Aplicaciones de bajo volumen de

herbicidas, Rhone-Poulec, Div. Phytosanitaire, Lyon, France, p.p. 839-847.

Casilli, O., 1984, Weed control in wheat, Terra e Sole, 39, 497, p.p. 15-16.

Coffee, R.A., 1981, Electrodynamic crop spraying; Outlook on Agriculture, Vol.10, UK.

Colin, G., 1979, A study of the effects of rotational speed and flow rate on the performance of a spinning cup for the application of pesticides, Thesis submitted for the Diploma of the Imperial College, London, UK.

Combellack, J.H, Harris, R.U., Richardson, R.G., Shaw, K., 1978, Spot spraying with hand-held CDA equipment in Australia; a progress report on suitability of equipment and herbicides, BCPC, Monograph No.22, p.p. 199-211.

Cussans, G.W., 1977, A review of research on controlled drop application at the ARC weed Research Org., ARC Weed Research Organisation, Oxford, UK, p.p. 885-894.

Erickson, C.G., Duke, W.B., 1979, A comparison of the bicycle and Herby (R) sprayer applications, Dep. Agron. Cornell Univ., Ithaca, New York, USA., p.p. 134-136.

Evans, S.A., Kitchen, R., 1976, A comparison of some cereal

herbicides applied by fan jets and by CDA system, BCPC, Vol.2, London, UK, p.p. 745-751.

George, P., 1980, Geografía rural, Ed. Aries, Barcelona, España.

Guariglia, J.A., Smith, R.K., 1984, O pulverizador electrodyn em algodao, Estudos de acetacao do sistema pelos agricultores e os resultados contra Alabama argilacea, Londrina, Parana, Brasil.

Guevara, R., 1980, La tecnificación en la agricultura mexicana, Tesis para obtener el titulo de Ing. Agronomo, UAA, Ags., México,

Gutelman, M., 1978, Capitalismo y reforma agraria en México, Coleccion Problemas de México, Ed. Era, Mex. D.F., México.

Hornus, P., 1983, Adaptation of ULV techniques, with controlled drop size to treatment of circles round adult oil palms, Oleagineux, 38,5, p.p. 301-307.

Impson, J.W., 1977, Commercial pesticide applicator agricultural training manual, Louisiana Cooperative Extension Service and Louisiana Dep. of Agriculture, No.1918.

Johnstone, K.A., Johnstone, D.R., Water sensitive paper for monitoring spray distribution, Ciba-Geigy, Miscellaneous report No.23, Centre for overseas pest research, College house, London, UK.

Kautsky, K., 1978, La cuestion agraria, Ediciones de cultura popular, S.A., Mex. D.F., México.

Kempen, H.M., 1981, Controlled Droplet Size, Applicator works well in orchard test, Cali-Arz. Farm Press, Sept..

Koula, V., Oliberius, J., 1978, Small plot studies of low volume aqueous sprays of herbicides, Rostlinna Vyroba, 24, 2, p.p. 141-146.

Lush, J.B., Palmer, R.A., 1976, Field trials comparing the biological effectiveness of "controlled drop application" with conventional hydraulic pressure spraying, BCPC, Vol.2.

Mass, G., 1977, Einfub der wasseraufwandmenge auf wirkung von herbiziden, Deutschen arbeitsbesprechug uber fragen der unkrautbiologie und bekampfung, Stuttgart-Hohonheim, V.III, p.p. 375-380.

Macpherson, G., 1980, Training in modern weapon weed attack, Agricultural Development, Nov-Dec., p.p. 12-13.

Matthews, J.E., 1980, Sistemas electrostaticos, U. of Arkansas, Fayetteville, Arkansas 72701.

Matthews, J.E., Lincoln, Ch., 1981, Increasing Pesticide efficiency with Improved formulation-application technology, Florida conference on Pesticide Application Technology, U. of Florida, Gainesville, USA.

Matthews, J.E., Lincoln, Ch., 1982, Pesticide Applicator Technology (Including ULV oil): Present status, 35th Cotton Insect Research & Control Conference, U. of Arkansas, p.p. 4-8.

May, M.J., Ayres, P., 1978, A comparison of controlled drop and conventional application of three soil-applied herbicides to an organic soil, BCPC, Monograph No.22, p.p. 151-161.

Mayes, A.J., Blanchard, T.W., 1978, The performance of a prototype Microdrop (CDA) Sprayer for Herbicides Application, Boots Co. Ltd., Lenton Research Station, Lenton House, Nottingham, UK., Symposium on Controlled Drop Application.

Mayes, A.J., Lush, G.B., Blanchard, T.W., 1978, Further field experience with controlled drop application, BCPC-Weeds, The Boots Co. Ltd., Lenton Research Station, Lenton House, Nottingham, UK.

Mayeux, S.H., 1978, Observations in mist concentrate spraying, ARC Weed Research Organisation, 18,6, p.p. 34-36.

Mayeux, S.H., 1979, Mist concentrate sprayers, ARC Weed research Organisation, 19,3, p.p. 241-245.

Merrit, C.D., Taylor, W.A., 1977, Glasshouse trials with controlled drop application of some foliage-applied herbicides ARC Weed Research Organisation, 17,4, p.p. 241-244.

Morthon, N., 1981, The "Electrodyn" sprayer: control of Heliothis spp. in cotton, BCPC (Pest and diseases), ICI Protection Division, Fernhurst, Haslemere, Surrey, UK.

Parry, J., 1978, Safety use of CDA, Big Farm Management, Feb., p.p. 25-26.

Pascoe, R., 1985, Biological results obtained with the handheld "Electrodyn" spraying sistem, BCPC Monograph No.28, (Symposium on application and biology), p.p. 75-85.

Rivera, H.A., 1982a, Aplicadores de gota controlada, I Resúmen y muestra sobre equipos para la aplicación de agroquímicos, Culiacán, Sin., México.

Rivera, H.A., 1982b, Sistemas de aplicación de plaguicidas con gotas de tama#o controlado, Presentado en la INCA-RURAL, México.

Rivera, H.A., Blake, M.J., 1984, Equipos de aspersión de gota controlada, Fax S.A. de C.V., Mex. D.F., México.

Rivera, H.A., 1985, Conversación personal, Dic. 13, Mex. D.F., México.

Roebuck, J., Greenwood, M., Application of herbicides by controlled drop method in spring barley, MAFF, ADAS, Govt. Offices, Coley Park, UK.

Rogers, E.V., 1975, Herbicides application with ULV, H.M.S.O., London, UK, Forestry Commission Leaflet, No.62, 20 p.p..

Russel, O., Djigma, A., 1978, Results recently obtained with herbicides on groundnut and soybeans in Tropical and Ecuatorial Africa, 3th Symposium on Weeding of Tropical crops in Dakar, Olexineux, 33,11, p.p. 565-572.

Sokolov, M.S., Nikitin, N.U., Dunskaa, V.F., 1978, Sprayers and sprinklers with controlled drop application (CDA) for biological research and agricultural practice, BCPC, Monograph No.22, Croydon, Surrey, UK, p.p.6.

Solis, L., 1981, "Hacia un análisis general a largo plazo del desarrollo económico de México", Demografía y Economía No.24, El colegio de México.

Starostin, S.P., et.al, 1979, ULV effectiveness and prospects for use, Zashchita Rastenii No.8, p.p. 44-45.

Strong, D.Ch., 1979, Controlled drop Applications (CDA), BCPC, Monograph No.22, 5 p.p..

Taylor, W.A., 1976, The developments of controlled drop applications (CDA) in Britain, North Central Weed Control Conference, Vol.31, p.69.

Taylor, W.A., Holly, K., 1976, Application of herbicides in very low volume sprays, ARC Weed Res. Org., Oxford, UK, p.p. 75-81.



Taylor, W.A., 1978, Controlled Drop Application (CDA), Weed Research Organisation, No.3, 2 p.p..

Tommasini, G.G., 1978, Equipment suitable for low volume herbicide application, COLUMA, Vol.II, Paris, France, p.p. 514-521.

Vander, M.Ch., 1983, X Simposio de parasitología agrícola, Jalapa Ver., México.

Wenner, A.M., 1979a, International Dimensions of Chemical Applications, Controlled Droplet Applications (CDA), A revolution in crop spraying, Summer meeting of ASAE and CSAE, Winnipeg, Canada.

Weener, A.M., 1979b, Advances in controlled droplet applications, Agrichemical Age, Nov-Dec..

Wiltre, G.M., 1981, Aplicacion de gota controlada (CDA) para la seguridad y efecencia de los herbicidas, Micron Corp., Houston Texas, Rehabilitacion del sitio y control de la vegetacion, Reunion anual No.73, Atlanta, Georgia, EE.UU.

Zchaeler, H., Untersuchugen über Tropfengrößen und Brüheaufwandmengen bei der Applikation ausgewählter Blattherbizide, Arch. Phytopathol. u. Pflanzenchutz, Berlin II,5, S. 351-363.

Zchaeler, H., 1977, Brühsparende Application von Herbiziden und Mitteln zur Steuerung biologischer Prozesse mit Bodenmaschinen in Feldkulturen, Sonderdrucke aus Helf 5, 31 Jahrgang.

Zchaeler, H., 1981, Untersuchungen zum Einfluß von Brüheaufwandenge, Applikationsverfahren und Arbeitsgeschwindigkeit auf dei biologische Prozesse. Arch. Phytopathol. u. Pflanzenschutz, Berlin 17,6, S.405-418.

Zchaeler, H., 1982, Rationelles Kaltnebelverfahren zer Applikation vom Pflanzenschutzmitteln in industrienäßig produzierenden Gewächsausanlagen, Son der drucke aus Helf, 36 Jahrgang.