



**Departamento de Investigación y Extensión de la
Caña de Azúcar. DIECA-LAICA**

Aspectos relevantes para lograr el éxito en el control de malezas en la caña de azúcar



**Ing. Agr. Roberto Alfaro P.
Programa de Agronomía-DIECA**

**Grecia, Octubre.
Año 2019.**

Índice

	Pag
Introducción	4
I Situación del control de malezas en Costa Rica	5
II Principales limitantes en el control de las malezas	7
2.1 Condiciones climáticas	7
2.1.1 Precipitación y rocío	7
2.1.2 Viento	8
2.1.3 Temperatura y luminosidad	8
2.2 Aspectos económicos y administrativos	8
2.3 Insuficiente equipo y mano de obra	9
2.4 Desconocimiento y consecuencias	11
2.5 Resistencia al cambio	12
III Nuevos Retos	13
3.1 Ambiente y salud	13
3.2 Certificación Bonsucro	14
3.3 Exigencias comercio Justo (Fairtrade)	16
3.1.1 Lista roja	16
3.3.2 Lista naranja	16
3.3.3 Lista amarilla	17
3.4 Resistencia de las malezas a los herbicidas	18
3.5 Cambio climático	18
3.6 Ausencia nuevas moléculas herbicidas	20
IV Control estratégico de malezas	20

4.1	Diagnóstico por lote o finca	20
4.2	Control diferenciado	21
4.3	Control Banco semilla	21
4.4	Control químico y mecánico	24
4.5	Manejo adecuado cultivo	25
4.6	Aplicación correcta herbicidas	27
4.6.1	Selección herbicidas	27
4.6.2	Dosificación correcta	27
4.6.3	Incompatibilidad herbicidas	28
4.6.4	Coadyuvantes adecuados	30
4.6.5	Boquillas adecuadas	31
4.6.6	Supervisión post aplicaciones	34
V	Literatura consultada	34

Introducción.

Las malezas compiten con los cultivos por luz, agua y nutrientes y en algunos casos son hospederas de plagas y enfermedades que eventualmente atacan al cultivo cercano, provocando disminuciones importantes en los rendimientos de campo, por lo que el combate de las malezas debe ser una de las actividades prioritarias dentro del manejo del cultivo. Sin embargo el mayor perjuicio de las malezas al cultivo ocurre en un periodo determinado de tiempo, lo que se haga en el control antes o después de dicho periodo, carece de importancia económica. En este periodo de tiempo en que ocurre el mayor daño productivo se le llama **“periodo crítico de competencia”** (PPC), y este se encuentra entre el primer mes y los 3-4 meses posteriores a la siembra o la cosecha, dependiendo en gran medida de las condiciones agroclimáticas, del manejo y sobre todo de la variedad de caña cultivada. Cuando el crecimiento es lento y el follaje del cultivo no logra cubrir completamente la superficie cultivada, las malezas van a proliferar abiertamente en detrimento del cultivo. Algunas especies de malezas, por su rápido crecimiento, alta reproducción y alta densidad de plantas, provocan grandes pérdidas de producción todos los años, induciendo con ello al productor a realizar varias aplicaciones de herbicidas, incrementando con ello los costos de producción en este rubro.

Entre los plaguicidas, los herbicidas son los de mayor consumo en el mundo, representando una importante cifra de millones de dólares anuales destinados a esta plaga. Por ejemplo en el cultivo de la caña de azúcar el rubro de herbicidas representa aproximadamente el 38,6 % en los gastos de agroquímicos anualmente.

Un buen manejo de las malezas en la caña de azúcar será por lo consiguiente sinónimo de altos rendimientos y bajos costos de producción, sin embargo es uno de los aspectos del cultivo que en forma general no se ha manejado correctamente, por este motivo hoy en día cuando las exigencias del mercado del azúcar se compagina con la protección del medio ambiente, la salud y la competitividad, se hace necesario corregir todos los diversos

aspectos limitantes que impiden el correcto manejo de la malezas .A continuación en este documento se indicaran cuáles son estos aspectos y como corregirlos.

I. Situación del control de malezas en Costa Rica.

Costa Rica posee una gran variabilidad de condiciones agroclimáticas a lo largo de todo su territorio nacional. Esta variabilidad permite que la caña de azúcar se cultive desde los 0 hasta 1500 msnm, con precipitaciones que se registran entre los 1700 y 3900 mm acumulados por año y temperaturas variables que permiten a la vez la presencia de una gran diversidad de especies de malezas presentes en el cultivo. La agresividad con que crece una maleza está directamente relacionada con el ambiente en que se desenvuelve (condiciones climáticas y edáficas), razón por lo se utilizan mezclas y dosis de herbicidas diferentes, acompañadas en algunos casos de otras medidas estratégicas que garanticen un mejor control de las malas hierbas.

En Costa Rica el control químico es el método más utilizado por los productores de caña de azúcar en todas las regiones productoras, sin embargo a pesar de ser una alternativa efectiva, por descuido y desconocimiento (falta de investigación) se cometen graves errores en la implementación de las mezclas, dosificaciones erróneas y un inoportuno momento de aplicación, provocando ineficiencia en el control (figura1), perdidas productivas y un incremento en los costos de producción.



Figura 1. Condición normal como producto de un pésimo manejo de las malezas en la caña de azúcar.

Las consecuencias de un mal control de las malezas, son pérdidas simultáneas para los productores de caña principalmente por tres aspectos que se detallan a continuación:

1) **Pérdidas** por el efecto adverso de la maleza durante el “*período crítico de competencia*” dichas pérdidas en la producción pueden alcanzar hasta un 30 % cuando la maleza presente es nociva como el caso de *Rottboellia cochinchinensis*.

2) **Pérdidas** por el efecto fitotóxico de los herbicidas principalmente en algunas variedades susceptibles, sobre todo por las dosis altas y el poder graminicida de algunos de los herbicidas aplicados. Estas pérdidas en el caso de caña de azúcar pueden alcanzar hasta un 15 %

3) **Pérdidas** por el incremento en los costos de aplicación, inducido por el uso de herbicidas más caros, mayores dosis por tamaño y densidad de las malezas, más frecuencias de aplicación (generales o parchoneo), y finalmente por un mayor tiempo, tanto del equipo como por la mano de obra.

En la figura 2 se observa una condición típica después de un control químico de la maleza *Rottboellia cochinchinensis* presente en un cañal, esta condición también con lleva otros aspectos importantes a considerar como son: una mayor contaminación ambiental, un incremento del banco de semillas y finalmente una mayor predisposición de la maleza a adquirir resistencia a los herbicidas.



Figura 2 .Condición de un cañal enmalezado aplicado tardíamente con herbicidas.

II.Principales limitantes en el Control de las Malezas.

Existen muchos problemas, traducidos en limitantes que impiden en forma directa o indirecta, que se lleve a cabo un control eficiente y económico de las malezas en el cultivo de la caña de azúcar.

2.1 Condiciones climáticas.

Una variable importante que interviene como una limitante es el clima, ya que modifica el escenario y muchas veces determina los momentos de intervención de las actividades en el campo, la preparación del suelo, la siembra, fertilizaciones y el control oportuno de las malezas dependen de esta condición. Esto provoca constantes ajustes a la programación y estrategia planteada inicialmente y donde el productor más preparado y anticipado a los eventos, será es el que obtiene los mejores resultados. A continuación se mencionaran los fenómenos climáticos que inciden principalmente en el control de las malezas propiamente, pero no se debe olvidar que las actividades del cultivo se encuentran ligadas entre sí.

2.1.1 Precipitación y Rocío.

Las precipitaciones son una limitante importante para que el control de las malezas se realice en forma oportuna, ya sea por su presencia antes, durante o inmediatamente después de la aplicación. También su ausencia por largos periodos de tiempo, limitara el tiempo destinado para realizar las aspersiones de herbicidas, extendiendo con ello el periodo de aplicaciones por más tiempo del necesario, también la presencia de fenómenos naturales como temporales, impedirán el poder controlar las malezas en el momento oportuno.

El rocío son gotas menudas esparcidas sobre las malezas y se pueden formar por la condensación del vapor de agua o por una lluvia corta y pasajera. Los efectos del rocío limitan en alguna forma el tiempo de aplicación o la efectividad de la misma, ya que este en buena teoría puede interceptar las gotas aplicadas y provocar escurrimiento, reduciendo el control de malezas en general. Sin embargo al respecto Kogan y Pérez (2001) mencionan que el rocío puede presentar efectos positivos en la efectividad del herbicida, por

incrementar el área total de contacto, amortiguar el impacto de gotas grandes (>300 µm) del pulverizado sobre la superficie foliar, incrementar la hidratación de la cutícula y mejorar así la distribución del pulverizado.

2.1.2 Viento.

El viento durante la aplicación de los herbicidas provoca pérdidas de estos por deriva; o sea por el arrastre de las pequeñas gotas asperjadas a sitios lejos de las malezas que se quieren eliminar, esta situación provocaría una sub dosis de estos y con ello un ineficiente control de las malezas. También la presencia de viento antes y durante las aplicaciones impedirá al igual que las lluvias extender por más tiempo la época apropiada para el control de las malezas. Para evitar estos efectos, los agricultores tienden a aplicar a principios de la mañana o al final de la tarde cuando la velocidad del viento disminuye. LOPEZ, F; VILLALBA, J. 2013.

Cuando las velocidades del viento excedan los 5 m/s (18 km /h), recomienda Tomasoni et al 2013 suspender la aplicación.

2.1.3 Temperatura y luminosidad.

El efecto de la temperatura sobre el accionar de los herbicidas presenta varios matices. Por ejemplo, si el aumento de la temperatura va acompañado de un aumento de la humedad relativa, mejorara el efecto del herbicida. Por lo tanto se debe considerar que sitios con bajas temperaturas y mucha nubosidad son factores que limitaran en forma significativa el accionar de los herbicidas. Aplicaciones con estas condiciones comunes en zonas altas (>1000 msnm) donde se cultiva la caña impiden un buen control y con ello aplicaciones repetidas de herbicidas. LOPEZ, F; VILLALBA, J. 2013

2.2 Aspectos económicos y administrativos.

Principalmente en pequeños y medianos productores la disponibilidad de dinero es clave para la compra de los herbicidas en el momento oportuno de realizar el control de las malezas, en muchas ocasiones se debe esperar adelantos de las entregas de caña o café

para adquirir los herbicidas o contratar la mano de obra, de no contar de estos recursos el control de malezas no se realiza, incrementando con ello el tiempo de aplicación y el momento oportuno de controlar las malezas.

También se presentan situaciones de índole administrativo, que impiden una aplicación oportuna, donde destacan la no disponibilidad del o los herbicidas en el comercio por escasos o agotamiento. También el robo o pérdida de parte del producto entre la bodega y el sitio de aplicación es causa de una subdosificación y un control deficiente que amerita posteriormente a una segunda aplicación pero con una maleza de mayor tamaño.

Otro aspecto de índole administrativo se da cuando no hay supervisión durante las aplicaciones y los aplicadores o los equipos aceleran el paso o velocidad con el fin de terminar temprano al final de la jornada laboral, provocando con ello una evidente subdosificación. También la compra de herbicidas en fincas grandes por mejores precios ligados a volúmenes es otro motivo por el que se compran moléculas de menor calidad o inapropiadas para los problemas de malezas presentes en el campo.

2.3 Insuficiente Equipo y Mano de Obra.

La disponibilidad del equipo necesario sobre todo en fincas grandes, es uno de los aspectos principales que limitan el control oportuno de las malezas. Un ejemplo que revela la necesidad en la cantidad de equipos de aplicación para cubrir una determinada área de cultivo cubierta con la maleza *Rottboellia cochinchinensis*, de rápido crecimiento, un spray en un tractor de capacidad adecuada cubre por día entre 8 y 10 has y la maleza debe controlarse antes de 30 días, tiempo suficiente para no ejercer competencia y evitar que esta maleza emita semilla, por lo tanto bajo estas condiciones y en ese tiempo un equipo cubriría un total de 250 - 300 has aproximadamente si no se utiliza alguna otra estrategia de control como las recomendadas más adelante.

Los equipos manuales de aplicación por tener un menor costo, en una finca mediana posiblemente estos no van a ser una limitante, pero si la mano de obra, la cual cada vez es

mas difícil de conseguir y si no se adquieren compromisos anticipados no se dispondra de la misma en el momento oportuno.

Una alternativa para aumentar la cantidad de area a aplicar y controlar oportunamente la malezas es utilizando el equipo y técnica adecuada (boquillas) o realizando adaptaciones a los equipos convencionales como se observan en la figura 3, donde un operario cubre 3 entresurcos simultaneamente. En el Cuadro 1 se presenta el tiempo efectivo de aplicación y su costo comparativamente con la forma tradicional, utilizando la bomba de espalda con boquilla 8002 y “abaniqueando” para cubrir de una pasada todo el entresurco de la caña y el equipo con bomba de motor. Como se observa las diferencias entre lo tradicional y nuevas alternativas en tiempo y costo son evidentes, por lo tanto es posible cambiando la técnica de aplicación mejorar el control de las malezas y a un menor costo.



Figura 3. Equipo de motor con modificación para asperjar tres entresurcos de caña.

Cuadro 1.
Valores comparativos entre diferentes equipos y técnicas de aplicación de herbicida en el cultivo de la caña de azúcar.

Equipo	Boquilla	Descarga	Aplicación	Costo /ha
Tipo	TIPO	Litros / ha	Tiempo Efectivo	\$
Bomba espalda (abaniqueando)	80 02	400	5 Horas + 56 Minutos	10,16
Bomba espalda de Frente	TQ 150 04	233	2 horas + 26 minutos	4,69
Bomba de motor	TQ 150 04	176	43 minutos	1,95
Bomba de motor	AI 110 03	228	45 minutos	2,00

2.4 Desconocimiento y Consecuencias.

En general falta información y hay mucho desconocimiento de los diversos aspectos en que se ven involucrados los herbicidas, las malezas y el ambiente, ya que las informaciones provenientes de los fabricantes y distribuidores de los herbicidas son aisladas y en el fondo con un interés económico que muchas veces confunden a los usuarios y técnicos responsables en el control químico de las malezas. La investigación en esta área es sumamente costosa no solo por todos los tópicos que involucran si no por el tiempo que esto conlleva. LAICA por medio de DIECA por más de 20 años ha llevado a cabo un trabajo continuo de investigación en este campo y donde en forma objetiva ha obtenido y difundido información importante en los siguientes aspectos:

1. Efectividad de los herbicidas y sus mezclas en diferentes condiciones de clima, suelo y malezas en los que se cultiva la caña de azúcar.
2. Dosis adecuadas de los diferentes herbicidas más utilizados en el cultivo.
3. Compatibilidad de los herbicidas (sinergismos y antagonismos).
4. Efectos fitotóxicos de los herbicidas y mezclas a algunas variedades comerciales de caña de azúcar.
5. Calidad y efectividad de los coadyuvantes con los diferentes herbicidas y sus mezclas.
6. Calidad y efectividad de algunos herbicidas genéricos.

7. Efectividad y residualidad de los principales herbicidas pre emergentes en diferentes ambientes.
8. Herbicidas, mezclas y coadyuvantes para el control de algunas malezas de difícil control.
9. Técnicas y control de la deriva.
10. Comportamiento ambiental de los herbicidas.

Como consecuencia de desconocer total o parcialmente los aspectos antes mencionados, en la mayoría de los casos, el control de las malezas ha sido ineficiente y costoso por los siguientes aspectos:

1. Control inoportuno e ineficiente de las malezas.
2. Gasto excesivo de herbicidas.(dosis y frecuencias de aplicación, alta carga química).
3. Recomendaciones generalizadas de control químico.(poca efectividad).
4. Uso de herbicidas , mezclas y coadyuvantes inadecuados para las malezas presentes
5. Ausencia de un control integrado de las malezas.
6. Incremento del Banco Semillas (convivencia con las malezas).
7. Mala dosificación (poca calibración de equipos).
8. Posible resistencia de algunas malezas a los herbicidas.
9. Uso inadecuado de boquillas de aspersión (tamaño gotas cobertura y traslape).
10. Pérdida de producción (competencia y/o fitotoxicidad).
11. Ausencia de criterios para la toma de decisiones ante problemas específicos.

2.5 Resistencia al cambio tecnológico.

Además de disponer de la tecnología y el conocimiento para promover el cambio en muchas ocasiones este no se logra aunque se insista en el tema por causa de la resistencia al cambio que ofrecen productores y algunos técnicos.

Expertos en adopción tecnológica indican que el proceso de cambio es complejo, debido a que por lo general están en juego factores culturales, sociales y económicos. En ocasiones se confrontan por parte de los involucrados aspectos personales como miedos, incertidumbre y desconfianza, además aspectos como paradigmas influyen en forma aislada o en conjunto para impedir implementar el cambio tecnológico deseado. IICA. 2014.

III. Nuevos Retos.

El sector azucarero en materia del control de malezas, deberá enfrentar a futuro nuevos retos, ante los cuales se limita el uso de algunos herbicidas selectivos importantes para el cultivo y de los cuales no se vislumbran a corto y medianos plazos sustitutos, ya que las compañías productoras de estos herbicidas no los están fabricando. La suscripción de convenios donde se condiciona la compra del azúcar o un precio preferencial, a cambio de la prohibición de ciertas moléculas de herbicidas, disminuye con ello el disponer de alternativas suficientes para realizar un control eficiente de las malezas. Por lo tanto el sector azucarero debe abocarse de inmediato a resolver en forma paulatina esta situación conforme vayan cobrando importancia estos aspectos que a continuación se mencionan.

3.1 Ambiente y Salud.

Por presiones ambientales y por la salud de los involucrados en el manejo de algunos plaguicidas, se ha promovido la regulación y hasta se ha sugerido la prohibición en el uso de algunos herbicidas aplicados en las plantaciones de la caña de azúcar. En este aspecto la Universidad Nacional en la **Revista Ambientico** ha señalado que *“muchos de los herbicidas utilizados en la caña de azúcar son altamente riesgosos para el ambiente y la salud, sugiriendo en sus publicaciones que debería diseñarse una estrategia que permita además de prevenir los riesgos, promover prácticas agroecológicas que minimicen los riesgos potenciales a la salud y ambiente”*. RAMIREZ, F.et al. 2009.

Los Plaguicidas Altamente Peligrosos (PAPs), como lo indican, son agroquímicos conocidos por presentar niveles particularmente altos de peligro agudo o crónico para la salud o el medio ambiente, conforme a los sistemas de clasificación de la Organización Mundial de la Salud (OMS) o del Sistema Global Armonizado (SGA), o por estar incluidos en convenios internacionales jurídicamente vinculantes.

Un plaguicida se considera PAPs si cumple alguno de los siguientes criterios:

- **toxicidad aguda alta (etiqueta roja)**.(no hay herbicidas).

- **toxicidad crónica en humanos.** Este criterio indica que estos productos probablemente son cancerígeno, mutagénico o tóxico para la reproducción, ser mortal si se inhala, perturbador endocrino, muy persistente en agua, muy bioacumulable, muy tóxico para organismos acuáticos y altamente tóxico para abejas.

A pesar de que los herbicidas son los menos tóxicos entre los plaguicidas (banda Verde), algunos ecologistas han promovido una mala imagen con informaciones carentes de respaldo científico y han creado presiones para que muchos de estos productos salgan del mercado, sin importar de dejar al productor desprovisto de estas herramientas necesarias para la producción. Un ejemplo se presenta en el Cuadro 2 donde se califican algunos de los herbicidas utilizados en la caña de azúcar con posibilidad de riesgo para la salud.

Cuadro 2.
Condición de algunos herbicidas en riesgo para la salud humana. . RAMIREZ, F.et al. 2009.

Criterio	Herbicidas
Probablemente cancerígeno	glifosato ,diuron,butaclor ,oxifluorfen oxadiazol,haloxifop metil , Ixozaflutole,MSMA
Disruptor endocrino	terbutrina ,picloran,atrazina,acetoclor profoxidin,metribuzin,ioximil,alaclor
Fatales si se inhalan	paraquat y diquat
Toxicidad reproductiva	glufosinato de amonio fluazifop butil

3.2 Certificación BONSUCRO.

A partir de año 2020, las más grandes compañías compradoras de azúcar del mundo están exigiendo que el azúcar que compren deberá estar certificada por una entidad creada sin fines de lucro y dedicada a reducir los impactos ambientales y sociales comunes en todo el proceso de la producción de azúcar.

Esta entidad a la que le han confiado la certificación se llama **BONSUCRO** y su misión es lograr que en los países productores de azúcar, se vean obligados a cumplir con una serie de normas mediante acciones concretas en el sector agroindustrial, con el objetivo de lograr una mejora continua de los tres pilares de la sostenibilidad: la viabilidad económica, social y ambiental.

Hoy día aproximadamente el 2,92% de la tierra destinada a la caña de azúcar en el mundo cuenta con la Certificación BONSUCRO, y se han producido más de 43 millones de toneladas de caña de azúcar certificada. En Costa Rica, la compañía Coca Cola anunció que a partir de 2020 no va a comprar azúcar a ningún ingenio que no tenga la certificación BONSUCRO, ante esta situación los ingenios están haciendo esfuerzos para producir azúcar sustentable y sostenible y se espera que más ingenios locales se sometan a examen para obtener su certificación. BONSUCRO 2013.

Las cantidades de ingredientes activos en agroquímicos aplicados anualmente, (incluyendo pesticidas, herbicidas, insecticidas, fungicidas, nematocidas y maduradores) se calculan con base en los posibles efectos tóxicos sobre la vida acuática.

Los operadores deberán asegurar que los químicos sean aplicados de acuerdo a la legislación nacional, y solo para el uso en que fueron registrados y en la proporción indicadas. Además, deberán calcular las cantidades de ingredientes activos que se apliquen a las áreas cosechadas y sembradas en el año de evaluación, las cuales como norma no deberán sobrepasar los 5 kg /ha de ingrediente activo por año, y evitar el uso de aquellos químicos que figuran en la clasificación de pesticidas según su peligrosidad de la OMS, BONSUCRO 2013.

La reducción de la carga química a 5 kg / ha /año implica un esfuerzo por parte de los productores, además de tener que implementar buenas prácticas agrícolas con estrategias de control muy bien planificadas e involucrando con ello labores de cultivo, riegos, preparación de suelo, siembras y fertilizaciones. Además de variedades de rápido crecimiento y manejo del rastrojo entre otros son aspectos que se deben considerar para lograr reducir la carga química y obtener un buen control de las malezas.

3.3 Exigencias Comercio Justo (Fairtrade).

Las exigencias por parte de las normas de Comercio Justo a los productores que cuentan con este convenio, deben acogerse a un sin número de regulaciones impidiendo el uso de ciertos herbicidas considerados potencialmente peligrosos para la salud humana y animal, por lo tanto han de ser usados con precaución. **Fairtrade International** (Comercio Justo) recomienda el uso de otros métodos tales como la tolerancia a enfermedades por medio de variedades, prácticas adecuadas de cultivo o material biológico contra plagas, antes del uso de plaguicidas químicos.

Según las regulaciones de Comercio Justo la lista de materiales peligrosos (LMP) está dividida a su vez en tres listas: la roja, la naranja y la amarilla.

3.3.1 Lista roja: en esta lista ‘prohibida’ se incluye materiales que no deben ser usados en productos Fairtrade denominándolos “Plaguicidas de Alta Peligrosidad”, y se caracterizan porque representan riesgos agudos o crónicos, particularmente elevados para la salud o el medio ambiente, de acuerdo con los sistemas de clasificación internacionalmente aceptados, como los de la OMS o el SGA, o por figurar en acuerdos o convenciones internacionales pertinentes con carácter vinculante. Herbicidas incluidos en esta lista son:

- Acetoclor
- Arsénico y sus compuestos
- Flumioxazina
- Metribuzin
- Picloran
- Terbutrina

3.3.2 Lista naranja: Esta es una lista ‘restringida’ que incluye materiales que pueden ser usados bajo condiciones específicas, asentadas y por tanto restrictivas. El uso de los materiales de esta lista será monitoreado por *Fairtrade International*. Los operadores deben estar al tanto de que algunos de estos materiales serán eliminados a finales de 2019, como lo indica la lista; los otros materiales de la lista podrían finalmente quedar prohibidos por lo que se aconseja abandonar su uso.

Para otros materiales de la lista, la decisión de moverlos a la lista roja o dejarlos en la lista naranja será tomada en la siguiente revisión de la LMP.

- 2,4-D
- Atrazina
- Carbendacina
- Glifosato
- Glufosinato amonio

3.3.3 Lista amarilla: Esta es una lista ‘marcada’ que incluye materiales señalados (marcados) por ser peligrosos cuyo uso debe ser bajo extrema precaución. **Fairtrade International** monitoreará la clasificación de estos materiales por organismos internacionales como PAN, OMS y FAO, además de que pueden ser prohibidos a futuro.

Los materiales incluidos en esta lista son peligrosos y deberán ser usados con precaución. No se prescriben condiciones adicionales por parte de *Fairtrade International* para el uso de estos materiales. Los materiales en la lista pueden potencialmente ser movidos a la lista roja (prohibidos) o naranja (restringidos) según se genere nueva información sobre los peligros que conlleven, por lo que se recomienda su uso limitado y retiro. Los criterios para la clasificación del material en la lista amarilla son:

Efectos tóxicos a largo plazo o exposición crónica (probables cancerígenos), o preocupación ambiental (al menos uno de los siguientes tres efectos en el medio ambiente: a) muy persistente, b) muy bioacumulativo, c) muy tóxico para organismos acuáticos).

- Diuron
- Isoxaflutole
- Oxifluorfen
- Simazina *

Como se aprecia en estas listas hay presentes importantes herbicidas aplicados para el control de las malezas en la caña de azúcar, sin aclarar ni informar las fuentes científicas que respalden el señalamiento de estos herbicidas como riesgosos, de nuevo los

productores azucareros se va quedando sin los herbicidas y no hay productos sustitutos ni a mediano ni largo plazo.

3.4 Resistencia de las malezas a los herbicidas

La resistencia es la capacidad hereditaria natural de algunos biotipos de plantas dentro de una población para sobrevivir y reproducirse después de ser aplicadas con un herbicida, que bajo condiciones normales de empleo, controla efectivamente esa población de maleza. **Los herbicidas no inducen mutaciones**, por lo que son genes de resistencia que existen naturalmente en las poblaciones de las malezas, lo cual sumado a un pésimo manejo de los herbicidas imponen una presión de selección que elimina los biotipos susceptibles y permite la sobrevivencia de los resistentes.

Por ejemplo los herbicidas clasificados como auxinas sintéticas (2,4-D) y los que inhiben la Acetolactato Sintasa (ALS) (Sulfonil Ureas e Imidazolinonas) se encuentran entre los más sensibles a que las malezas tratadas con los mismos presenten resistencia. KOGAN, M; PEREZ, A 2001.

El incremento de malezas intactas a los herbicidas es un problema que inicialmente pasa desapercibido y cuando el productor se percata, se ha gastado mucho dinero por aplicaciones repetidas e infructuosas. Para evitar este inconveniente es recomendable cambiar periódicamente los herbicidas empleados y dosificar correctamente.

3.5 Cambio climático

El denominado cambio climático podría generar distorsiones importantes en las condiciones ambientales, provocando posibles alteraciones en la demografía, desarrollo y competencia, incrementando con ello los daños a los cultivos por parte de las malezas. Por ejemplo el incremento en las concentraciones de CO₂ podría favorecer un rápido crecimiento y desarrollo de algunas especies de malezas sobre todo en dicotiledóneas como ***Ipomoeas sp, Amaranthus y Asteráceas*** entre otras especies y en particular ejemplo, como está ocurriendo con el ***Kutsu*** reportado hoy día en otras latitudes del planeta. ZISKA, L. 2019.

En la figura 4 se observa la presencia importante de diferentes especies dicotiledóneas entre la plantación de caña de azúcar tratada con herbicidas, es notorio la persistencia y agresividad que hoy día se presenta con este tipo de malezas, las cuales con un descuido o abandono en rondas y caminos crecen por la libre dificultando su posterior control.



Figura 4. Presencia de malezas dicotiledóneas en los cultivos de caña y callejones en el Valle Central 2019.

Otro efecto del cambio climático por medio del incremento en la temperatura podría favorecer el rompimiento prematuro de la latencia de semillas de algunas malezas que eventualmente favorecería su expansión y diseminación.

3.6 Ausencia de nuevas moléculas de herbicidas selectivas al cultivo.

Según las bases oficiales de importación de plaguicidas en Costa Rica, de los años 2009 a 2017, se calcularon las cantidades de i.a. de acuerdo a las formulaciones, se clasificaron por acción biosida y se cotejaron con los criterios PAPs. Se encontró que en esos años se importaron 274 diferentes ingredientes activos (i.a.) de plaguicidas correspondientes a más de 125 millones de toneladas, de los cuales, los herbicidas sumaron 66 toneladas de i.a. (24%). Los herbicidas de mayor importación fueron glifosato (32%), 2,4-D (25%), paraquat (10%), diuron (7%) y ametrina (5%), y solamente estos 5 herbicidas conformaron el 80% del total de herbicidas importados. RAMIREZ, F.et al. 2009.

Con esta información se evidencia primero de que no hay importación de nuevas moléculas de herbicidas y que los herbicidas mayormente importados son los más utilizados en la caña de azúcar y también son los más cuestionados y posiblemente los limitados a futuro.

IV Control estratégico de las malezas en la caña de azúcar.

Si en verdad se quiere resolver o atenuar los problemas de las malezas a pesar de todos los inconvenientes planteados en este documento, se debe dejar de lado los métodos tradicionales utilizados en el control de las malezas y hacer un cambio radical en este aspecto, integrando diversas estrategias de control en forma permanente y oportuna.

Hay por lo tanto 2 acciones pragmáticas que se deben implementar de inmediato y resumidas en una sola recomendación, y es “Establecer un **control integrado** y **diferenciado** de las malezas por lote o finca”. Para cumplir con este objetivo, se recomienda implementar los siguientes pasos:

4.1 Diagnóstico por lote o finca.

En primera instancia es necesario conocer el ambiente, por lo que se debe identificar:

- El tipo de suelo como textura, contenido de materia orgánica y humedad.

- Especies de malezas predominante (dicotiledóneas ,gramíneas y Ciperáceas)
- Altura de las malezas y densidad (cantidad de plantas por metro)
- Ciclo del cultivo (planta o socas)
- Variedad de caña (susceptibilidad a herbicidas)
- Pendiente del terreno (equipo de aplicación)
- Disponibilidad de riego (tipo)

4.2 Control diferenciado (lote o finca).

Con base en la información del diagnóstico, se debe implementar una estrategia de control diferenciado por lote o finca de acuerdo a los problemas de malezas presentes .Un combate químico apropiado y diferenciado en cuanto a las moléculas de herbicidas, dosificación y momento de aplicación. Como ejemplo la combinación de herbicidas pre emergentes con herbicidas post emergentes en mezcla, es una muy buena estrategia, para que los post emergentes eliminan las malezas presentes y el pre emergente deje un “sello”, impidiendo la nacencia de nuevas malezas por un periodo de tiempo. Es importante recordar que el objetivo principal del control de las malezas es que este se encuentre libre de malezas durante su **periodo crítico de competencia**. También el conocer las especies de malezas presentes, permitiría saber si es necesario combinar herbicidas para el control de gramíneas, ciperáceas y dicotiledóneas y en cuanto al tamaño y densidad de las malezas, indicara las dosis más adecuadas y la mejor cobertura de aspersion (Boquillas) que garanticen un control más efectivo.

4,3 Control del banco de semilla.

Este concepto se refiere a un proceso para la eliminación completa de las malezas de un campo, de hecho es una práctica que se consideraría costosa e imposible de realizar. Sin embargo, si se quiere lograr éxito en el control de las malezas, es importante que los productores se mentalicen en la aplicación obligatoria de este nuevo concepto, donde todas las acciones que se realicen en el combate de las malezas lleven como principal objetivo a mediano o largo plazo la “**erradicación** “de las malezas de nuestros campos de cultivo. El disponer de un enriquecido banco de semillas, se debe posiblemente a que se ha realizado un **control inoportuno** de las malezas, al dejarlas florecer y semillar tanto dentro del cultivo como fuera de este. El incremento en la cantidad de semillas y la

viabilidad prolongada de estas, son aspectos que incrementan la presión de las malezas en los campos de cultivo. Todas las semillas germinan después de su maduración, unas lo hacen y otras esperan a que las condiciones abióticas le resulten favorables. La cantidad de semillas de malezas que caen al suelo cosecha tras cosecha es sumamente alto aun cuando solo este presente una sola especie. En los países tropicales o sub-tropicales, donde pueden haber hasta dos ciclos de vida como sucede por ejemplo con *Rottboellia cochinchinensis* y si sumamos la gran cantidad de semilla viable que disemina en cada periodo, hace de esta situación un verdadero problema. Sabemos que en los campos de cultivo coinciden malezas de fotosíntesis C3 y de C4, éstas últimas son susceptibles a la sombra proyectada por el cultivo, pero no así las C3, entre las cuales están muchas especies de hoja ancha. Si el manejo de malezas no es bien conducido, a esa vegetación C3 pueden añadirse otras especies gramíneas o ciperáceas C4, con lo cual el depósito sería mayor.

Algunas recomendaciones importantes para controlar o reducir las semillas en los campos son las siguientes:

- A. Realizar en forma permanente un control oportuno de las malezas (pre o post temprano).El control tardío de las malezas ocasiona daños en la producción por competencia de nutrientes, agua y por luz, además incrementa los costos de aplicación, por lentitud en la aplicación de los herbicidas y por mayores dosis de estos.



Figura 5 .Cañal infectado por Rottboellia cochinchinensis.

- B. Aplicación de herbicidas pre emergentes solo o en mezcla con otros herbicidas en caña planta y en socas después de las cosechas. La manera más eficiente de manejar a la mayoría de las malezas es a través de herbicidas residuales que previenen la germinación de las malezas en el lote. Una práctica común en lotes complicados es la metodología de solapamiento de herbicidas residuales, que permite mantener los lotes libres de competencia de malezas durante un periodo continuado por la superposición de herbicidas residuales. Esta práctica tiene la premisa de colocar un herbicida residual, y antes de que se termine la residualidad del mismo poner otro herbicida residual (“resello”) de otro modo de acción para continuar con el control herbicida por más tiempo.
- C. Mantener permanentemente limpias de malezas, rondas, caminos y canales de riego y drenaje. Existe la costumbre por parte de los productores que esta práctica no es importante, aduciendo que los callejones no producen por lo que la limpieza de estas áreas más la hacen por estética que por otro motivo. En la siguiente figura se aprecia claramente como canales infectados de *Rottboellia* son utilizados para el riego, transportando grandes cantidades de semilla a las áreas de cultivo.



Figura 6. Canal de riego infectado de *Rottboellia cochinchinensis*.

- D. Colocar trampas de semillas en los canales de riego y drenaje.
- E. En las áreas de renovación estimular la germinación de las malezas y luego eliminarlas con implementos mecánicos.
- F. Utilizar maquinaria limpia después de utilizada en áreas con alta infestación de malezas.
- G. El descepe de malezas perennes, como *Panicum máximum* y *Sorghum halepense* durante el período seco, es una práctica complementaria útil.

4.4 Control químico y mecánico.

Los herbicidas no son la única solución a este problema. Si queremos que los herbicidas sean eficientes, debemos manejarlos como una herramienta más dentro del sistema y como aliado dentro de una estrategia de manejo de las malezas. Es importante combinar implementos mecánicos utilizados en el manejo tradicional del cultivo como aporcadores o escardillos, esto ayudara en forma significativa a ser más eficientes en el control de las malezas, aun menor costo y baja carga química.

Como se observa en las siguientes figuras 7 y 8, tanto en caña planta como en las socas es factible posterior a la siembra o con el rebrote del cultivo realizar la aplicación de un herbicida pre emergente. Cuando inicia el rompimiento del “sello” se debe realizar un laboreo con el fin de eliminar las malezas presentes sin incurrir en una segunda aplicación. BONSUCRO 2013.



Figura 7. Labor de aporca como complemento al control de las malezas en caña planta.

En la figura 8 como ejemplo se implementa un escardillo para eliminar la maleza presente en el entresurco, en el surco previamente ha sido tratado con aplicación en banda un herbicida pre emergente. Con esta estrategia se reduce significativamente la carga química.



Figura 8 .Labor de escardillo en mejora de la condición del suelo que rodea el cultivo.

4.5 Manejo adecuado al cultivo.

Para obtener el éxito económico en una plantación de caña, es fundamental lograr la integralidad de acciones en el manejo de dicha plantación. Esto por cuanto la ejecución

correcta y oportuna de los principales aspectos que influyen directa o indirectamente con la producción es la que puede generar un efecto final favorable, expresado en términos agroindustriales.

A veces se cree, que disponer de una variedad potencialmente eficiente en términos productivos de caña y sacarosa, es suficiente para lograr buenas producciones, sin proporcionar y acondicionar otros factores de manejo que favorecen el máximo desarrollo del cultivo.

Lo anterior implica realizar en ciclo de caña planta una buena preparación de suelo; adoptar las medidas de conservación más convenientes; disponer de la variedad mejor adaptada y de mayor productividad agroindustrial. También se debe utilizar semilla de muy alta calidad y pureza genética; sembrar de acuerdo con las recomendaciones técnicas; fertilizar en forma adecuada de acuerdo al estado fenológico del cultivo y las características físico químicas del suelo; controlar las malezas de manera oportuna al igual que con las plagas, con base en el monitoreo y el control biológico. Previo a la cosecha es prudente llevar el control de madurez y cosechar la caña en **“su punto”**. En ciclo de soca o retoño la desaporca y la aporca como también una buena remanga son acciones que redundaran en una respuestas muy positiva de la planta.



4.6 Aplicación correcta de los herbicidas.

Para corregir las muchas fallas que se presentan en las aplicaciones de los herbicidas es necesario dejar de lado la expresión “**más o menos**” muy empleada por parte de los productores y regadores de herbicidas. Cuando se habla de técnicas de aplicación correcta, se refiere estrictamente a todos aquellos detalles que no se toman en cuenta y si se hacen se ejecutan mal, por lo tanto, aunque pareciera lógico se sugieren a continuación cuales son esos aspectos que se deben de cambiar para obtener un buen control de las malezas.

4.6.1 Selección de los herbicidas.

Como se señaló con anterioridad al momento de la elección de los herbicidas adecuados o sus mezclas, se debe tomar en cuenta las especies de malezas presentes, el tamaño y la densidad de plantas por metro cuadrado. También es importante tomar en cuenta la presión de la maleza predominante considerando el “banco de semilla”. Se recomienda no generalizar las recomendaciones, ya que cada lote o finca deberá tener condiciones diferentes y donde la aplicación de una mezcla determinada, posiblemente sea suficiente para un lote pero insuficiente para otro.

Cuando se cuenta con la presencia de malezas de difícil control y se deben realizar aplicaciones en “parchoneo”, es necesario contar con la ayuda de un profesional responsable que aconseje de acuerdo al mejor producto a aplicar.

4.6.2 Dosificación correcta.

La dosificación es un aspecto que va muy ligado al herbicida aplicado, Sin embargo los productores a pesar de disponer de la mezcla de herbicidas adecuada para resolver el problema de malezas en su finca, falla al momento de dosificar, porque si subdosifica provocara un control ineficiente de las malezas, incrementara las posibilidades de crear resistencia de las malezas a los herbicidas y también aumentara los costos de aplicación al tener que repetir dicha aplicación. También en el caso contrario se puede dar una sobre

dosificación, lo que provocaría un posible daño al cultivo, incrementando los costos y una mayor contaminación del medio ambiente.

En este aspecto es común escuchar entre las recomendaciones que se brindan a los productores por parte de despachadores de los almacenes y en algunas ocasiones por parte de técnicos, la dosis generalizada de kilo o litro por “estaño”. Indudablemente las dosis deben ser recomendadas por hectárea, lo que obliga a los aplicadores a calibrarse para dosificar correctamente. Existen diversos métodos de calibración y por facilidad, DIECA en este sentido ha creado y divulgado por medio de boletines, una metodología de rápida y fácil implementación, permitiendo que los productores sean capaces de calibrar a sus aplicadores en sus fincas.

4.6.3 Incompatibilidad de herbicidas.

Cuando se combinan los herbicidas, es posible obtener compatibilidades o incompatibilidades entre ellos, aspectos muy relacionados por las formulaciones y las características químicas de los formulantes utilizados en la fabricación de los herbicidas. Hoy en día, muchos de los problemas y fallas de los herbicidas aplicados, obedece a incompatibilidades de los productos agregados en el tanque de aplicación. La incompatibilidad entre los herbicidas puede ser observable a simple vista como producto de una rápida reacción como la presentada en la figura 9, pero puede presentarse en forma desapercibida y ocasionar de igual forma una inactivación parcial o total de los herbicidas aplicados. Como producto de una incompatibilidad, es de esperar un control ineficiente y atascamientos en las boquillas, disminuyendo la dosis y agravando la situación. De manera que para evitar este inconveniente se recomienda antes de mezclar, realizar combinaciones de los herbicidas con antelación a la aplicación para observar la presencia o no de posibles incompatibilidades. Con los adelantos tecnológicos en el campo de la química, hoy en día es de esperar que las incompatibilidades entre plaguicidas sean cosa del pasado, cada vez aparecen nuevas moléculas más eficaces por presentar un mayor rango de acción, residualidad y menor dosificación, sin embargo se realizan pocos estudios de campo que revelen lo que no se observa a la vista detrás de un cristal.



Figura 9. Incompatibilidad en la mezcla de plaguicidas, manifestada con turbidez y formación de micelas.

En la Figura 10, se presenta el resultado de una incompatibilidad severa entre un herbicida pre emergente de reciente formulación y otro herbicida post emergente de uso común en la caña de azúcar; en la caja de la izquierda se aplicó la mezcla de ambos herbicidas y en la caja de la derecha solo el herbicida post emergente. Como criterio para evitar problemas con la efectividad de los plaguicidas, sobre todo en las mezclas se recomienda tomar en cuenta las observaciones señaladas en el Cuadro 3.



Figura 10. Resultado de una incompatibilidad química entre un herbicida post emergente y un herbicida pre emergente aplicado en mezcla (izquierda) y solo (derecha).

Cuadro 3.
Acciones a seguir ante diferentes condiciones de compatibilidad de plaguicidas y sus preparados para las aspersiones en el campo. (JALIL 2015).

Grado	Condiciones	Resultado
1	Separación inmediata	No aplicar
2	Separación despues de 1 minuto	No aplicar
3	Separación despues de 5 minutos	Agitación continúa
4	Separación despues de 10 minutos	Agitación continúa
5	Estabilidad perfecta 30 despues de 30 minutos	Sin restricción

4.6.4 Coadyuvantes adecuados.

Existen en el mercado una amplia variedad de productos comerciales de distinta composición química y diversos mecanismos de acción, capaces de realizar múltiples funciones, al punto que algunos pueden alterar el comportamiento típico y esperado de un herbicida. Por tal motivo es importante tener muy claro la función del adyuvante o coadyuvante y el herbicida que se va a aplicar para seleccionar el más apropiado, por ejemplo un herbicida post emergente requiere para su buen accionar quedar retenido sobre las hojas de la maleza para luego ser absorbido y en esto el adyuvante va a ser vital, pero en el caso de un herbicida pre emergente los adyuvantes no son importantes salvo aquellos que son protectores o llamados “encapsuladores” que proporcionan una lenta liberación de este.

En teoría una forma de reducir las dosis de los herbicidas empleados sin afectar el control es mediante el uso de adyuvantes, pero en la práctica es poco lo que se conoce al respecto y lo que ha imperado son recomendaciones generalizadas sobre su uso y aplicación. Por lo tanto la adición de un adyuvante en la solución a pulverizar podría no tener efecto sobre la fitotoxicidad esperada en la maleza, o por el contrario podría aumentar o retrasar dicha

fitotoxicidad por causa de la existencia de antagonismos y sinergismos entre las moléculas de una mezcla y el adyuvante empleado.

Ante la ausencia de resultados de investigación e información concerniente al uso de adyuvantes con los herbicidas en el cultivo de la caña de azúcar, se realizaron diversos trabajos de investigación con el objetivo de conocer la respuesta de los adyuvantes a las diferentes mezclas de herbicidas y cuyos resultados son recomendados y publicados por DIECA en diferentes medios y eventos públicos. Cabe aclarar que ante la imposibilidad de basar las recomendaciones con base en la composición química de los coadyuvantes en el cuadro 4 se presentan las marcas comerciales de los mejores coadyuvantes investigados para las principales mezclas de herbicidas en la caña de azúcar, aclarando también que el producto Indagro ácidos húmicos no es un coadyuvante, pero su comportamiento como tal con la mezcla Diuron + terbutrina es excelente.

**Cuadro 4.
Coadyuvantes recomendados para las principales mezclas de herbicidas.**

#	Diuron + Terbutrina	Diuron + Ametrina	Diuron + Hexazinona
1	Indagro Acidos Húmicos	Adherente 810 SL	Protexsil 50 SL
2	Drexel Pas 80	Protexsil 50 SL	Surfacid Coad
3	Adherente 810	Surco Coadyuvante SC	Agrex RP 25,7 SL
4	Silwett L 77	Cosmo In D 27 SL	Adherente 810 SL
5	Limonoil 15 SL	Inex 27,65 % L	
6	Agrex RP 25,7 SL		
7	Exit 100 EC		
8	WK 85 SL		

4.6.5 Boquillas adecuadas.

La deriva es un fenómeno que se produce por el acarreo de las gotas diminutas asperjadas por el campo al rociar algún plaguicida con cierto tipo de boquillas. Entre los principales inconvenientes que provoca la deriva, sobresale la subdosificación del herbicida en el punto

de aplicación y una sobredosificación en las áreas aledañas, con posible daño al cultivo y la contaminación de fuentes de agua cercanas al lugar de la aplicación.

Los tamaños de las gotas en las pulverizaciones, se pueden clasificar como productoras de gotas finas, medianas, gruesas o muy gruesas, y la presencia de estas dependerá de la boquilla utilizada. Generalmente se elige una boquilla de gotas gruesas para reducir al mínimo la deriva, pero sacrificando con ello **cobertura**, mientras si se requiere de una boquilla de gota fina para obtener máxima cobertura en la superficie de las plantas aplicadas, estas estarán propensas a la deriva o a la evaporación.

La cantidad de gotas adecuadas sobre el follaje de las plantas o el suelo debe ser entre 20 y 30 gotas por cm^2 para herbicidas pre- emergente o incorporado, y para los herbicidas post emergentes la cantidad de gotas deben ser de 30 y 40. por cm^2 . LEIVA, D. 2013.

En las figura 11 se presentan boquillas anti derivas que se pueden adquirir en los almacenes de venta de agroquímicos, y en la figura 12 se puede observar cómo cambia el tamaño de las gotas de estas boquillas a una misma presión de uso. LOPEZ, F; VILLALBA, J. 2013.

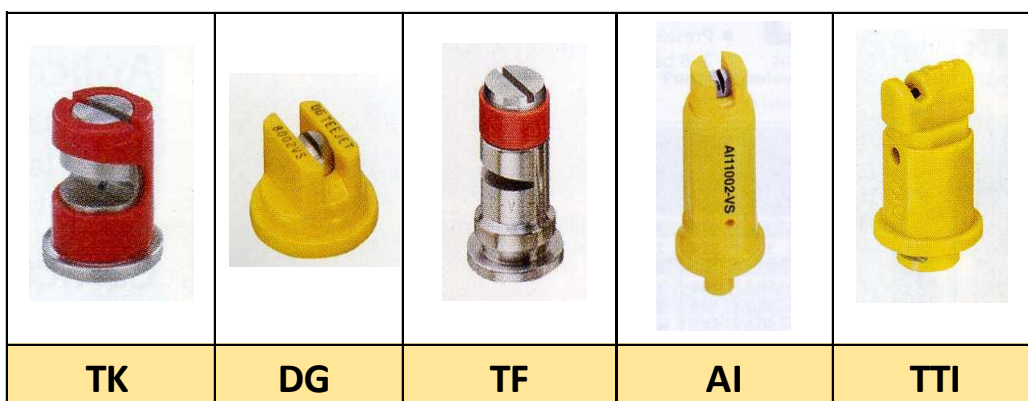


Figura 11 .Diferentes boquillas anti derivas presentes en el mercado nacional.

Cuadro 5.
Clasificación de las diferentes boquillas de acuerdo al tamaño de las gotas.

Tipo	Clasificación de tamaño gotas Dv 0,5 VMD			Promedio
Boquilla	Símbolo	Categoría	Tamaño Micrones	
Turbo Teejet (TTI)	UC	Ultra Gruesa	> 622	622
AI Teejet (AI)	XC	Extremadamente gruesa	428 - 622	525
XR Teejet (XR)	M	Mediana	177 -218	197
TP teejet (TP)	M	Mediana	177 -218	197
DG teejet (DG)	M	Mediana	177 -218	197
AI Turbo Twinjet (AITTJ 60)	VC	Muy Gruesa	349 -428	388
Turbo Twinjet (TTJ60)	C	Gruesa	218 - 349	283
Turbo Floojet (TF)	VC	Muy Gruesa	349 - 428	388
TK	F	Fina	136 - 177	156

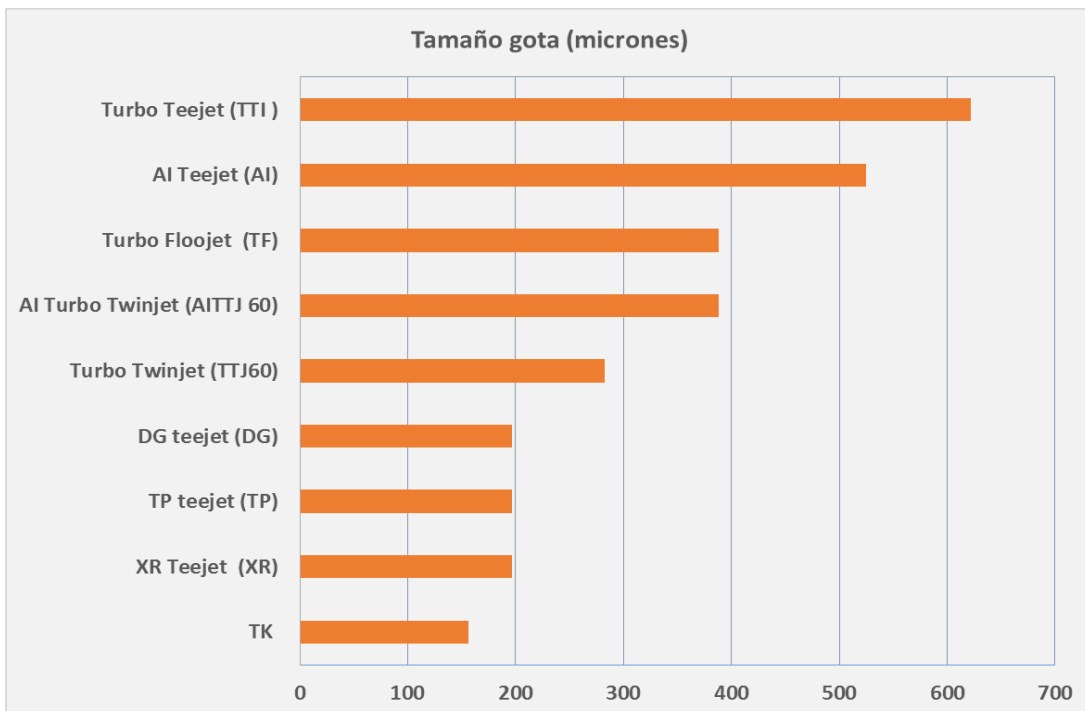


Figura 12. Variación del tamaño de gotas de diferentes boquillas valoradas a una presión de 3 Bar y una descarga de 0.4 galones por minuto. SPRAYING SYSTEMS Co. 2008.

4.6.5 Supervisión áreas aplicadas.

Después de cada aplicación es importante visitar los lotes aplicados al menos diez días después de la aplicación con la finalidad de verificar el resultado de la misma, se debe recorrer el interior del lote para observar si las malezas fueron controladas de acuerdo a lo esperado, también si se dio un buen traslape o quedaron áreas sin aplicar. Con esta verificación es factible tomar las medidas correctivas necesarias para lograr el control esperado.

V. Literatura consultada.

ALFARO, P .R. 2018. Estrategias y medidas pragmáticas orientadas a reducir la carga química activa por uso de agroquímicos en plantaciones de caña de azúcar. Agosto .LAICA –DIECA Congreso Nacional de DIECA. San Carlos, Alajuela, Costa Rica.

ALFARO, R. 2019. Tensoactivos y coadyuvantes en el control químico de malezas. Liga Agrícola e Industrial de la Caña de Azúcar LAICA. San Jose, Costa Rica. pag 55.

ALFARO, P. R. 2010. El Uso de Adyuvantes en el control Químico de Malezas en la Caña de Azúcar. Liga Agrícola e Industrial de la Caña de Azúcar Laica. San José. Costa Rica. Pag. 20.

BOLAÑOS, J.2018. Situación actual del Control de Malezas en el Cultivo de la Caña de Azúcar en Costa Rica .VII Congreso Tecnológico del Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar .Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar LAICA 29 al 31 de Agosto 2018.San Carlos, Alajuela, Costa Rica. LAICA DIECA 19 pag.

BONSUCRO.2013.Una guía sobre Bonsucro. Consultado en www.bonsucro.com.

DE PRADO, J; CRUZ, H; DE PRADO, R.2007. Mecanismos de Resistencia de las Malezas a los Herbicidas. Universidad de Córdoba, Campus de Rabanales, Córdoba España.19 pag consultado en www.biblioteca.inia.cl/ el 27 junio 2019.

FAIRTRADE. 2018. Lista de Materiales Peligrosos versión 1.01 Versión 1.01.2018 v 1.0 Consultado en www.fairtradecertified.org/ el 23 junio 2019.

FAO. 1996. Manejo de Malezas para países en desarrollo (Estudio FAO Producción y Protección Vegetal 120 Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación. Roma, Italia. Pag 481 Consultado en: www.fao.org/docrep/T/1147S/t_1147 Agosto 2019.

HANSEM, M.A et al .2013. ATRAZINA: UN HERBICIDA POLÉMICO Revista Internacional de Contaminación Ambiental, vol. 29, septiembre, 2013, pp. 65-84. Universidad Nacional. Heredia Costa Rica 65 – 84 pag. Consultado en: www.redalyc.org/service/redalyc el 07 junio 2019.

IICA .2014.La innovación en la agricultura: un proceso clave para el desarrollo sostenible. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica. mayo 2014.

JALIL, L.E. 2015. Aplicaciones agrícolas de calidad y uso de coadyuvantes e última generación. Rizobacter Pergamino Buenos Aires Argentina. Consultado 6 marzo 2019. Disponible en:
<http://www.gotaprotegida.com.ar/wpcontent/uploads/2015/04/gotaprotegida.pdf>.

KOGAN, M; PEREZ, A 2001. Herbicidas: Fundamentos Fisiológicos y Bioquímicos del Modo de Acción. Colección en Agricultura Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile. 333 Pag.

LEIVA, D. 2013. Ámbito de recomendación de aditivos o coadyuvantes en las pulverizaciones agrícolas. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria consultado 5 diciembre 2019. Disponible en [https:// www.inta.gob.ar/Ambito](https://www.inta.gob.ar/Ambito).

LOPEZ, F; VILLALBA, J. 2013. Efecto del horario de aplicación y el tamaño de gota en la eficiencia de glifosato. Nota Técnica Nº 33 - abril 2013. Revista CANGUE. Dpto. Protección Vegetal, EEMAC Uruguay. 5 pag. Consultado en: www.eemac.edu.uy/cangue/joomdocs/ el 2 junio 2019.

RAMIREZ, F.et al. 2009. Importación de plaguicidas en Costa Rica .Periodo 1977 2006.Series informes técnicas Instituto Regional de Estudios en Sustancias Toxicas IRET .Heredia, Costa Rica. Octubre 2009. 60 pag. Consultado en: www.saltra.una.ac.cr/ el 13 junio 2019.

SPRAYING SYSTEMS Co. 2008. Catálogo Teejet. 50 A – E. Impreso en USA. 192 p.

SPRAYING SYSTEMS Co.2014 Productos para aspersión Teejet. Guía del Comprador. Catalogo 51 –ES 29.Illinois USA. pag. Consultado Junio 2015.
[www.Teejet.com/media/350064/l.ms112%20 user%20.guide](http://www.Teejet.com/media/350064/l.ms112%20user%20.guide).

SONI, N et al.2019. Nuevos mecanismos involucrados en resistencia a herbicidas auxinas sintéticas. Colorado University. XXIV Congreso Latinoamericano de Malezas 5 al 7 junio San Jose, Costa Rica. Memoria Digital Congreso.

TOMASONI, M. 2013. Generación de derivas de plaguicidas. Córdoba Argentina. Consultado junio 2015 en [www.reduvas .com.ar/generación de deriva](http://www.reduvas.com.ar/generación%20de%20deriva).

TOMASONI, M; ACTIS, R.2013. Introducción de las actividades agrícolas en base a la utilización de plaguicidas al procedimiento de evaluación de Impacto ambiental. Justicia Ambiental. El trabajo interdisciplinario en agro tóxico y transgénicos. Córdoba Argentina. Consultado en:<http://es.scribd.com/doc/177733196/Justicia-Ambiental>. j& 16 Junio 2019.

ZISKA, L. 2019. Climate CO2 and Weeds Biology: Peligro y promesa. XXIV Latin American Weeds Science Society. 5 al 7 junio. San Jose, Costa Rica. Memoria Congreso.