

Evaluación del Periodo Libre de Precipitaciones de los Principales Herbicidas y sus mezclas aplicadas al Cultivo de la Caña de Azúcar en Costa Rica.

Roberto Alfaro Portugal
Randall Ocampo Chinchilla

Introducción

Para que cualquier herbicida con actividad foliar logre su efecto, debe ser retenido por los tallos y hojas de las plantas rociadas, luego debe ser absorbido y finalmente transportado al sitio de acción llamado "sumidero", donde ejercerá su acción.

Son varios los factores que pueden interrumpir el largo proceso desde la aplicación de un herbicida hasta que este alcance su sitio de acción, sobresaliendo primero el equipo de aplicación, el tipo de boquilla, uso o no uso de coadyuvantes, tamaño de la gota y su distribución, la presencia de ceras epicuticulares en las hojas, posición y ángulo de dichas hojas, la edad de las hojas así como la presencia y tipo de tricomas, internamente en la hoja influye la cantidad y tipo de ceras, la cantidad y tipo de estomas, ambientalmente influye la temperatura la humedad relativa y la presencia de lluvias posterior a la aplicación. (Torres et al 1997)

La presencia de agua libre sobre la superficie de las hojas es muy fuerte en campos de cultivo debido a las lluvias y a la condensación del vapor de agua. El rocío permanece gran parte de la mañana sobre los cultivos y malezas, justo cuando se debe realizar las aplicaciones de herbicidas, esto provoca en teoría una dilución escurrimiento del herbicida que cae sobre la hojas de la malezas. Por este motivo se recomienda en las aplicaciones tempranas esperar que las malezas estén secas, al respecto, Rivas 2005 afirma que por el contrario esta humedad puede incrementar la hidratación de la cutícula, el área total de contacto sobre la superficie foliar y mejorar la distribución de la aspersión.

El periodo que transcurre entre la aplicación de un herbicida al follaje y la ocurrencia de una lluvia o de un riego por aspersión o micro aspersión, se conoce como el periodo libre de precipitaciones (PLP). Este es un término muy importante, ya que al ocurrir estas formas de precipitación poco tiempo después de aplicar los herbicidas al follaje de las malezas, estos podrían erosionarlos antes de ser absorbidos imposibilitando con ello su accionar.

1/Ingeniero Agrónomo. Funcionario del *Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA-LAICA* Costa Rica. E-mail: ralfaro@laica.co.cr. Teléfono (506) 24-94-1129/ (506) 24-94-7555 / Fax (506) 24-94-44-51.

2/Ingeniero Agrónomo. Funcionario del *Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA-LAICA* Costa Rica. E-mail: rocampo@laica.co.cr. Teléfono (506) 24-94-1129/ (506) 24-94-7555 / Fax (506) 24-94-44-51.

La importancia del fenómeno está relacionado con el tipo de herbicida, los tensoactivos incorporados en la formulación, la dosificación, el grado de tolerancia de la maleza al herbicida, el tiempo transcurrido desde la aplicación a la ocurrencia de la lluvia e intensidad de las precipitaciones entre otros factores mencionados con anterioridad. SOLARES 2009 y KOGAN 2001.

El objetivo general del presente trabajo consistió en analizar uno de los factores más influyentes en las pérdidas de los herbicidas antes de lograr su efecto en las malezas.

El objetivo específico consistió en evaluar los diferentes herbicidas utilizados para el control de la maleza *Rottboellia cochinchinensis* expuesta a diferentes periodos libre de precipitaciones posterior a la aplicación.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó en un invernadero en las instalaciones de la Estación Experimental de DIECA (Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar) ubicadas en la localidad de Santa Gertrudis Sur, distrito de San Jose, Cantón Grecia, provincia de Alajuela Su altitud es 1000 msnm y se encuentra a 10°,05' y 18'' latitud norte y 84°,17' y 09'' longitud oeste, además presenta una precipitación anual de 2900 mm y una temperatura media de 23°C.

La *Rottboellia cochinchinensis* fue sembrada previamente en recipientes de plástico de 0.7 m de largo ,0.36 m de ancho y 0.25 m de alto, para un área total de 0.25 m² en dos repeticiones. Los intervalos de tiempo entre la aplicación del herbicida y la ocurrencia de la lluvia simulada (20 mm durante 3 minutos) fueron de 0,1 ,2 ,3 y 4 horas post aplicación, (el tratamiento 0 significa que se aplicó el herbicida y de inmediato se regó) y los herbicidas evaluados fueron: Hexazinona 75 WG 0.5 kg /ha, Terbutrina 80 WG 2kg /ha, Diuron 80 WG 2 kg / ha y Ametrina 50 SC 3 L / ha. También se evaluaron algunas de las mezclas más comunes, como: Diuron +Terbutrina, Diuron + Hexazinona, Diuron +Ametrina y Hexazinona +Terbutrina en las dosis anteriormente expuestas.

La aplicación de los herbicidas se realizó cuando las plantas alcanzaron una altura promedio de 30 – 40 cm y la aspersión de los herbicidas se realizó utilizando una bomba de mochila marca Carpi equipada con boquilla TEEJET AI 11003 y tope de presión de 35 libras PSI. Este equipo se calibra para asperjar un volumen equivalente a 338 l / ha.

La simulación de la lluvia se realizó con una aspersora acoplada a una manguera descargando se aproximadamente 60 mm de lluvia en 3 minutos.

La evaluación se realizó a los 15 días post aplicación, contabilizando las plantas muertas y las plantas afectadas parcialmente por el efecto del herbicida. Los tratamientos fueron evaluados por duplicado.

Resultados y Discusión

Los herbicidas deben posicionarse sobre la superficie foliar y posteriormente y en forma gradual debe ir penetrando hasta lograr llegar en una cantidad adecuada a los “sumideros”. En este proceso encontrara barreras a la absorción que estarán dadas por la estructura y composición de la cutícula, la pared celular y finalmente la membrana celular.

En la formulación de los herbicidas se utilizan diferentes tensoactivos con diversas funciones entre las que destacan: la Emulsificación, la Surfactación, la Adherencia y la Penetración. Los tensoactivos eliminan por lo tanto el efecto adverso de las tensiones superficiales permitiendo el acceso al interior de las cavidades estomáticas, incrementando el área de contacto y mejorando la retención del herbicida al disminuir el escurrimiento y lavado.

En la figura 1 se presenta el resultado del efecto que presento la simulación de la lluvia aplicada a la maleza en diferentes periodos post aplicación del herbicida Diuron a la maleza *Rottboellia cochinchinensis* y como se observa el principal efecto negativo del agua sobre el herbicida se presento una hora después de la aplicación donde se redujo a un 82 % las planta muertas de *Rottboellia* e incrementando con ello la presencia de plantas afectadas o con lesiones en las hojas. Este resultado contrasta con el tratamiento que no recibió lluvia y con los tratamientos en los cuales la lluvia aplicada a las 2,3 y 4 horas después, prácticamente no afectaron el accionar del herbicida.

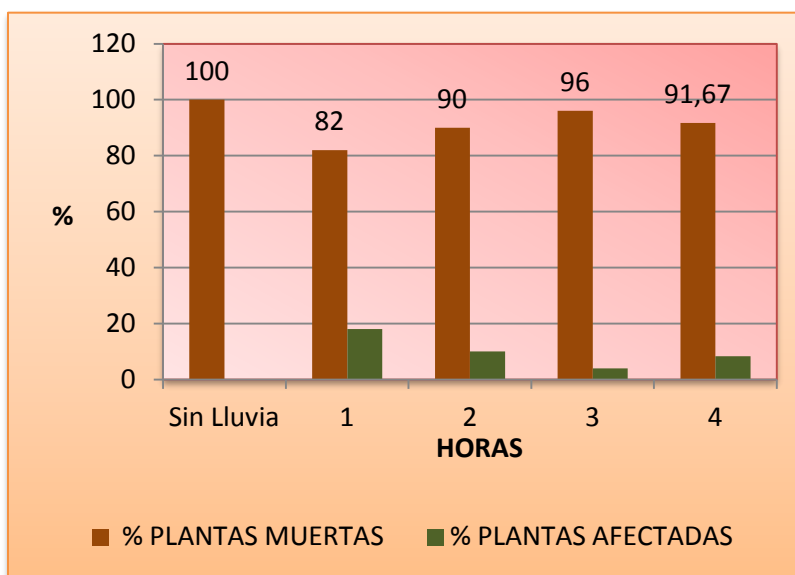


Figura 1. Efecto de diferentes periodos libres de precipitación sobre el control de *Rottboellia cochinchinensis* con el herbicida Diuron 80 WG 2 kg /ha.

Con el herbicida Terbutrina el control de la maleza *Rottboellia* se vio afectado cuando la lluvia apareció 2 horas después de la aplicación, reduciéndose respecto al testigo sin lluvias en un 16 % y después de las 2 horas sin precipitaciones el herbicida no se vio afectado como se observa en la figura 2. La presencia de lluvias una hora después de la aplicación, no afecto el accionar del Terbutrex, situación que era de esperar ya que el mismo está más expuesto al lavado y perdida del mismo antes de penetrar la cutícula. Posiblemente este comportamiento se debe a que algún tensoactivo presente en la formulación haya retenido el ingrediente activo e impedido que este se lave fácilmente. Después de las 2 horas sin lluvia posiblemente el tensoactivo sufre alguna degradación permitiendo que una hora más tarde este no fuera capaz de retener al herbicida y este se lave parcialmente limitando con ello su accionar.

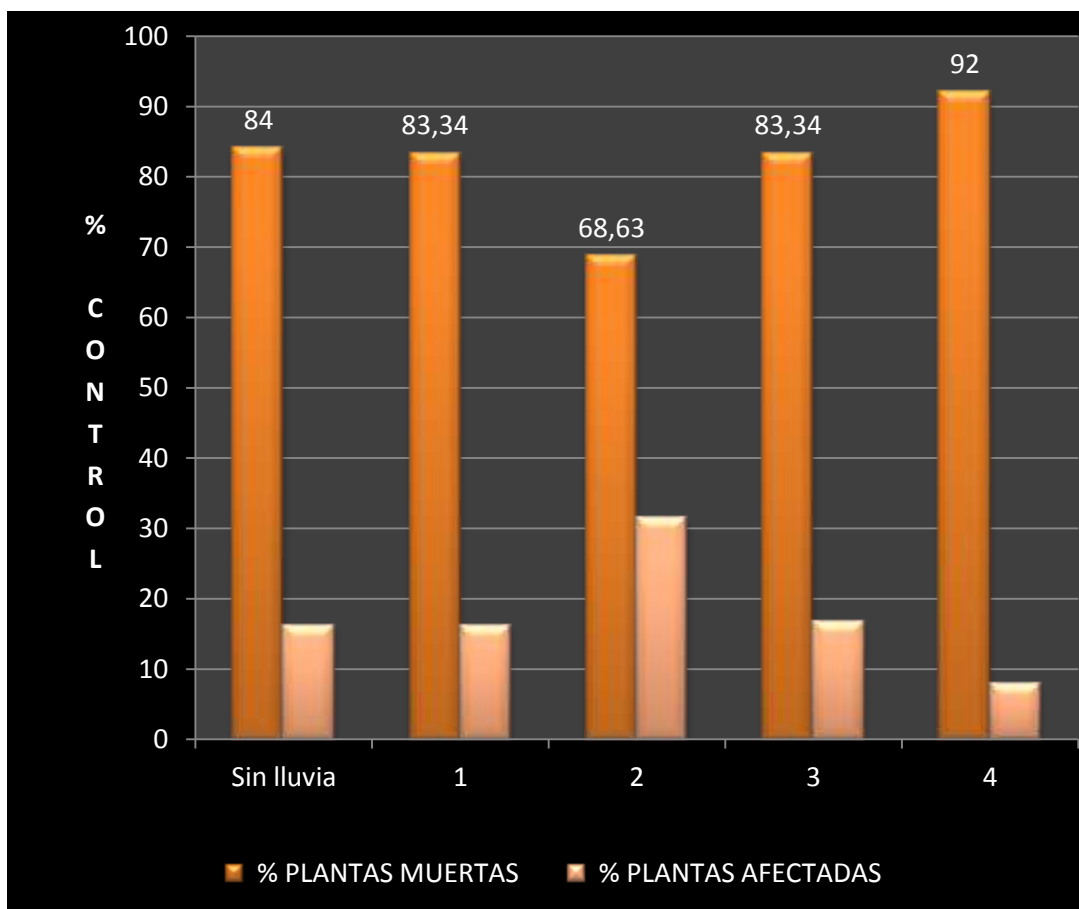


Figura 2. Efecto de diferentes periodos libres de precipitación sobre el control de *Rottboellia cochinchinensis* con el herbicida Terbutrina 80 WG 2 kg /ha.

En la figura 3 se presenta el caso del herbicida Hexazinona y en igual forma a lo sucedido con el herbicida Diuron, a las dos horas de la aplicación de la lluvia el accionar del herbicida se vio afectado también cerca de un 16 %.

Posiblemente en este caso también el herbicida se vio protegido por la presencia de un tensoactivo cuando la lluvia se presentó una hora posterior a la aplicación. Sin embargo en el caso de este herbicida a las 4 horas una lluvia afecta de nuevo aparentemente el accionar del herbicida, ante este comportamiento se podría pensar también en el beneficio de la presencia del agua de lluvia no con el poder de lavado del herbicida si no con la facultad de permitir una mayor turgencia de las estructuras involucradas en la absorción y penetración del herbicida que le permiten antes de degradarse penetrar estas estructuras más fácilmente.

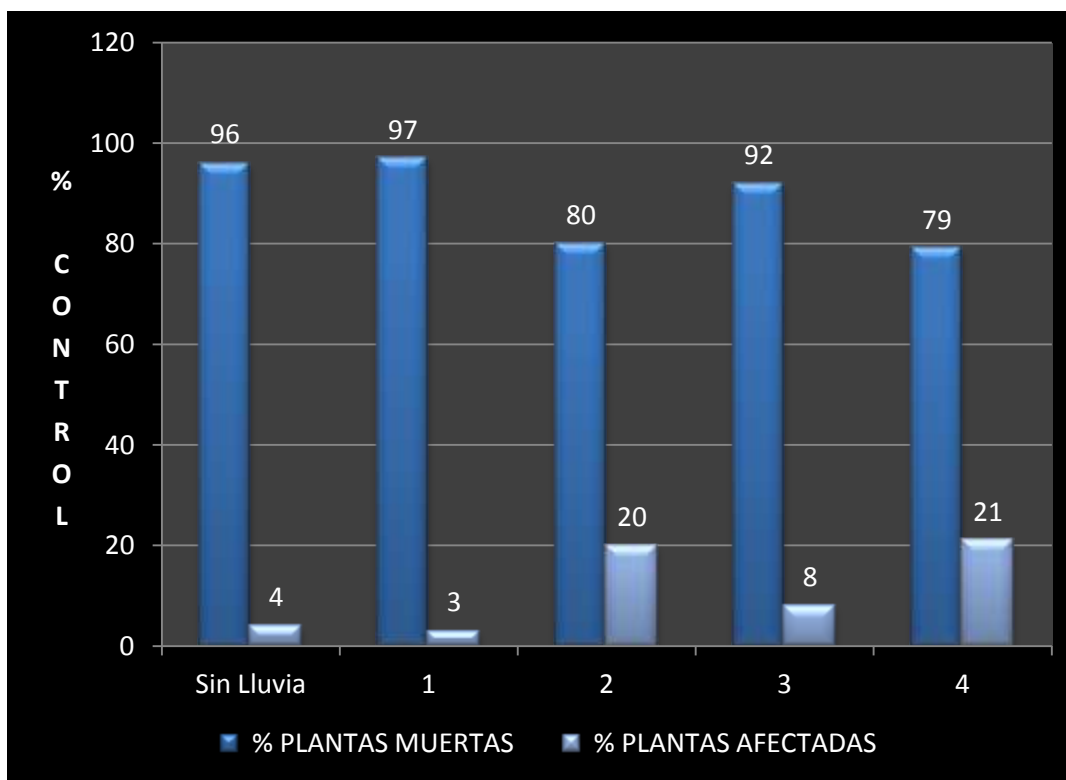


Figura 3 .Efecto de diferentes periodos libres de precipitación sobre el control de *Rottboellia cochinchinensis* con el herbicida Hexazinona 75 WG 0,5 kg /ha.

El herbicida Ametrina fue expuesto en igual forma a la presencia de lluvia durante varios periodos. La ametrina presenta la característica de no ser tan efectiva en el control de la *Rottboellia cochinchinensis* como lo hace los otros herbicidas valorados en este estudio, y eso favorece el hecho de que este herbicida sea más afectado por el lavado y su accionar que los otros herbicidas del estudio. Como se observa en la siguiente figura 4 contrario a la Hexazinona y a la Terbutrina la presencia de lluvia 1 y 2 horas después no afectaron el accionar de la Ametrina, permaneciendo en ambos casos con un 78 y 76 %

respectivamente. Si estos tratamientos se comparan con el tratamiento con lluvia pareciera y confirma lo expuesto que la presencia de la lluvia posiblemente predispone a la planta a la apertura de las estructuras como estomas y ectodesmos los cuales al hidratarse permiten una mayor y rápida penetración del herbicida. La no presencia de lluvia o lo tardío de estas impiden un efecto más drástico del herbicida. Por ejemplo la membrana cuticular es una de las estructuras que se expande cuando esta humedad y se contrae cuando está seca, situación que regula la penetración del caldo de aspersión, permitiendo con la lluvia una mayor y rápida penetración del herbicida antes que este se degrade. (KOGAN 2001).

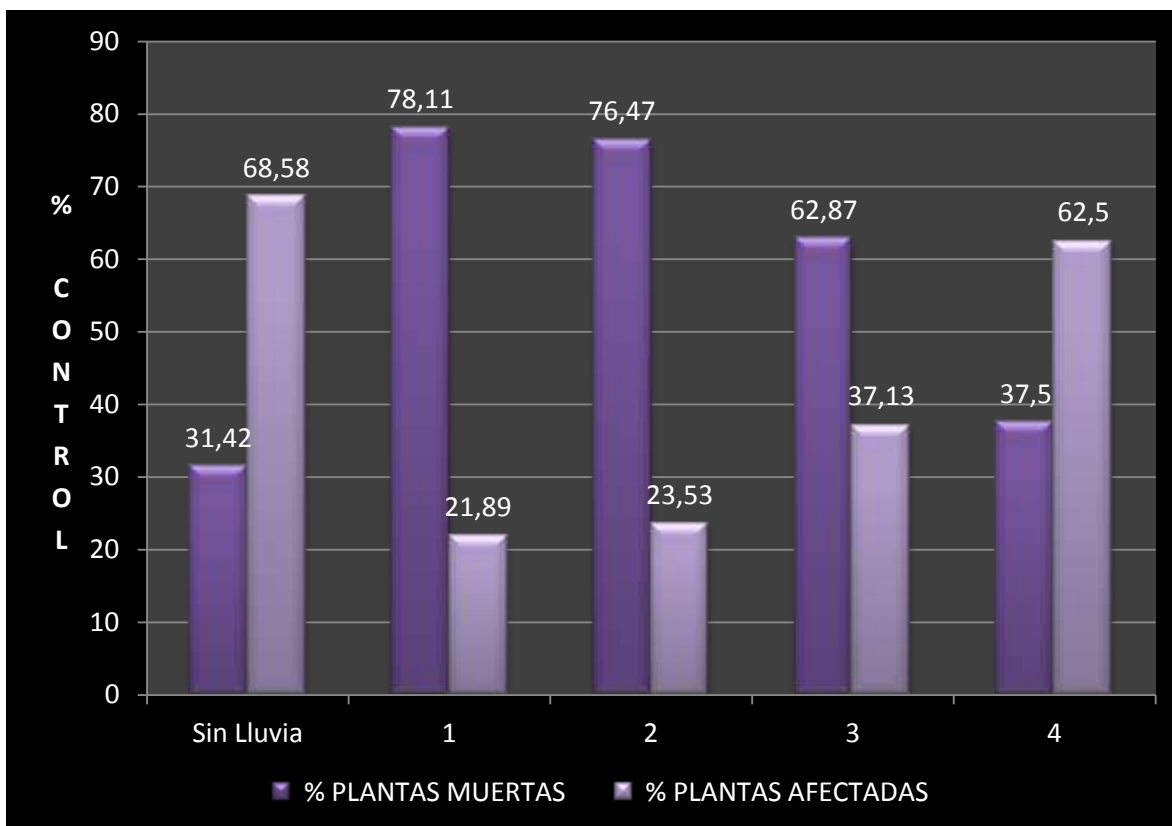


Figura 4. Efecto de diferentes periodos libres de precipitación sobre el control de *Rottboellia cochinchinensis* con el herbicida Ametrina 50 SC 3L /ha.

En la figura 5 se presenta el comportamiento en el control de la *Rottboellia* por parte de la mezcla Diuron + Ametrina, es evidente el efecto adverso de la precipitación al aparecer esta mas tardíamente respecto a la aplicación. El Diuron y la Ametrina presentan un alto sinergismo en su capacidad de controlar más eficientemente la maleza que cuando ambos se aplican por separado. Evidentemente con la ausencia de lluvia durante la primera hora posterior a la aplicación el accionar de la mezcla no se vio afectada, posiblemente por los

motivos antes expuestos, y aun si las mismas aparecieron 2 horas después, el efecto es insignificante en el control de las malezas.

Contrariamente con lluvias presentes después de 3 y 4 horas afectaron el buen control ejercido por la mezcla. Este resultado refleja que el herbicida Ametrina en la mezcla se vio perjudicado con la presencia de lluvia 3 y 4 horas después, de igual forma como ocurrió cuando este fue aplicado solo y no en mezcla.

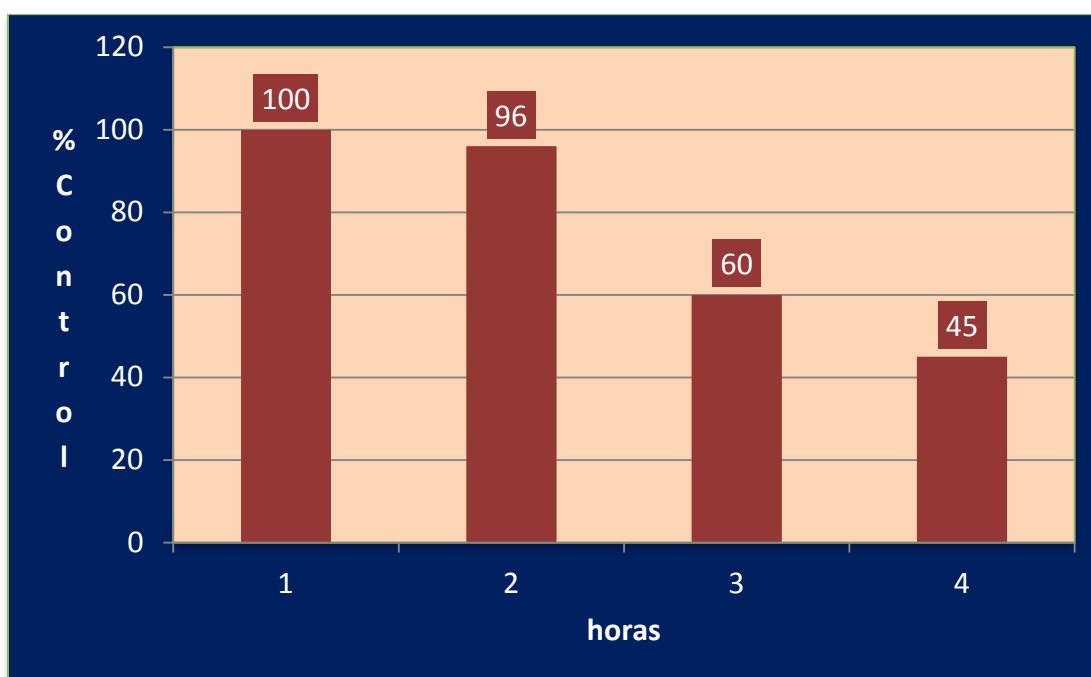


Figura 5. Efecto de diferentes periodos libres de precipitación sobre el control de *Rottboellia cochinchinensis* con la mezcla Diuron 80 WG 2 kg y Ametrina 50 SC 3L /ha.

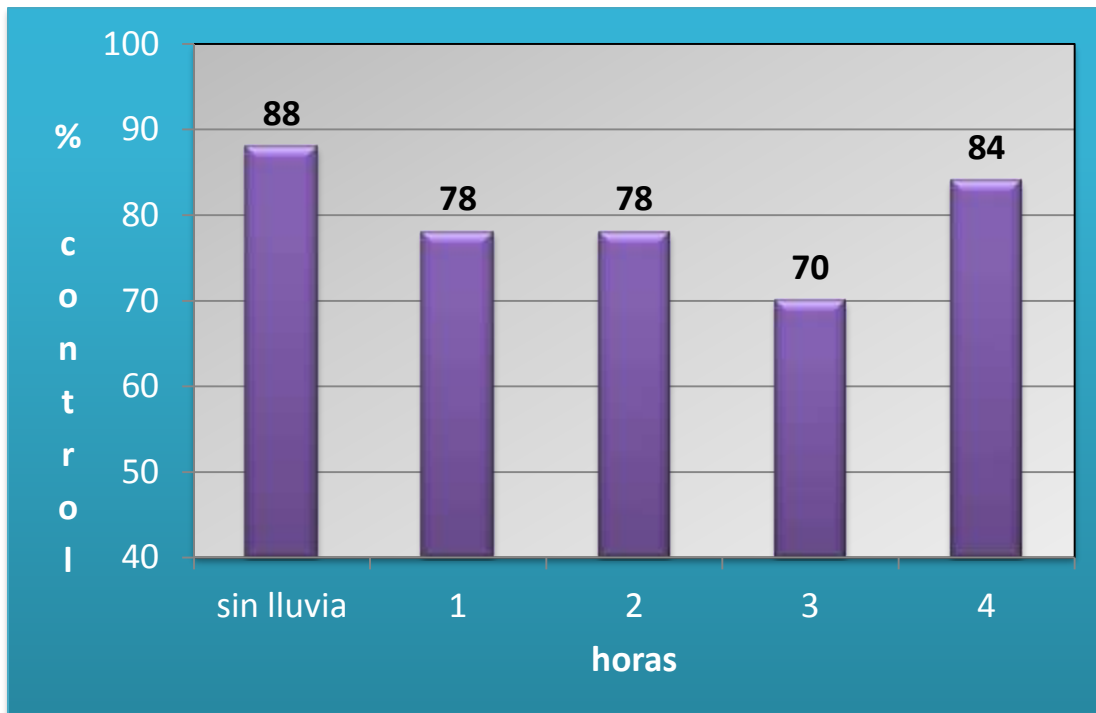


Figura 6. Efecto de diferentes periodos libres de precipitación sobre el control de *Rottboellia cochinchinensis* con la mezcla Diuron 80 WG 2 kg y Terbutrina 80 WG 2 kg / ha.

En la Figura 6 se observa la respuesta a diferentes periodos libre de precipitación de la mezcla Diuron + Terbutrina y donde la ausencia de lluvias no afecto el control ejercido por esta mezcla, el efecto en la presencia de lluvias 1 y 2 horas después de la aplicación resto el efecto únicamente en un 7 %, siguiendo el patrón en la mayoría de los herbicidas entre las 2 y 3 horas después, la presencia de la lluvia en este momento es cuando más afecta el accionar del herbicida por lo motivos ya expuestos. La presencia de lluvia 4 horas después no afecto el control de la maleza como se observa en dicha figura.

En la mezcla Diuron Hexazinona (figura 7) las lluvias presentes a las 2 y 3 horas después de la aplicación tendieron a disminuir entre un 5 y un 8 % el control de la maleza, valores realmente irrelevantes al buen control que ejerce esta mezcla.

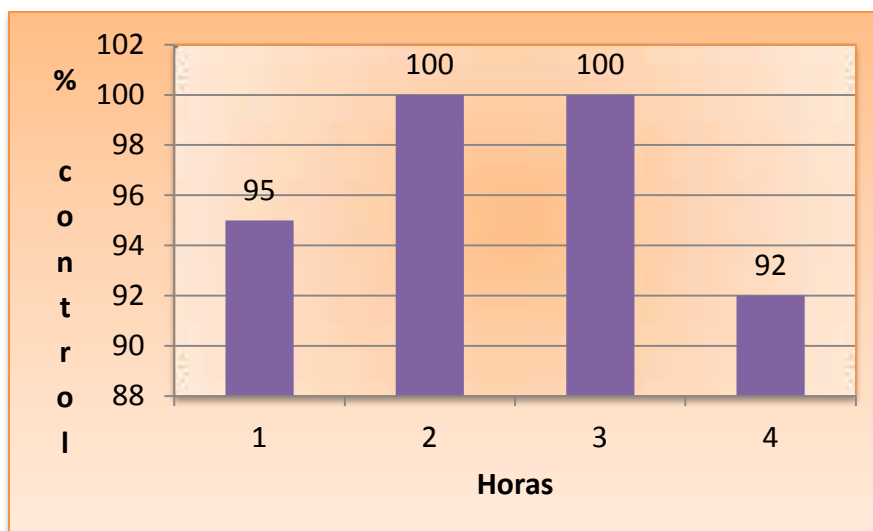


Figura 7. Efecto de diferentes periodos libres de precipitación sobre el control de *Rottboellia cochinchinensis* con la mezcla Diuron 80 WG 2 kg y Hexazinona 75 WG 0.5 kg /ha.

En la figura 8 se observa el comportamiento en el control de la maleza provocado por la mezcla Hexazinona + Terbutrina, donde la presencia de lluvias a las 2 horas después de la aplicación, favoreció el porcentaje de control en las malezas, superando al tratamiento de una hora el cual se vio afectado en casi un 20%. Pareciera que los tensoactivos en este caso no tienen la capacidad de proteger las moléculas de los herbicidas con las lluvias tempranas, sin embargo también se vio afectada la mezcla cuando la lluvia se presentó 3 horas después de la aplicación, tiempo suficiente para que el o los tensoactivos hayan perdido su capacidad de proteger los herbicidas que componen la mezcla. En este comportamiento también se debe considerar la velocidad de penetración de los herbicidas a través de las estructuras estomáticas, reflejando con ello un control determinante en la maleza. Ante este resultado pareciera que la mezcla Hexazinona + Terbutrina es lenta de penetrar la cutícula de la planta y de ahí su bajo poder de control de esta maleza en el campo.

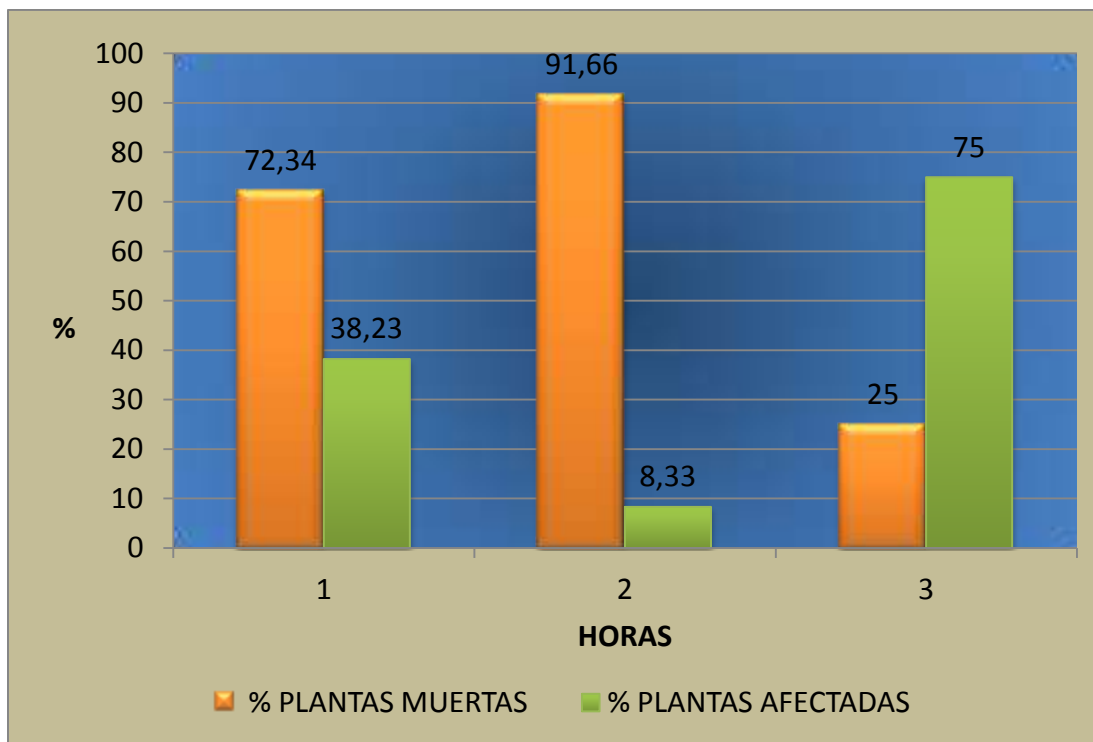


Figura 8. Efecto de diferentes periodos libres de precipitación sobre el control de *Rottboellia cochinchinensis* con la mezcla Terbutrina 80 WG 2 kg y Hexazinona 75 WG 0.5 kg /ha.

Conclusiones

- Los tensoactivos en el rol de penetración en las hojas de la planta y la protección del lavado de los herbicidas juegan un papel preponderante en el control de las malezas expuestas a las lluvias posterior a una aplicación de herbicidas.
- Hay un efecto adverso de la lluvia caída posterior a la aplicación, pero la tendencia general tanto entre los herbicidas y sus mezclas es que el mayor efecto negativo se da entre las 2 y 3 horas posteriores a la aplicación.
- Por este motivo y como es de esperar no hay una correlación entre el momento de aplicación y la presencia de las lluvias sobre las malezas.
- Tampoco se puede generalizar el comportamiento de los herbicidas y sus mezclas ante los diferentes Periodos Libre de Precipitaciones (PLP), ya que el comportamiento estará sujeto a los herbicidas, a los tensoactivos en su formulación, así como algunos factores ambientales como Temperatura y Humedad Relativa que pueden intervenir en la penetración y translocación de los herbicidas en la planta.

Revisión de Literatura

KOGAN. M 2000.Periodo Libre de Precipitaciones Requerido por Glifosato para el control de Chufa purpura. *Cyperus rotundus* L. *Ciencias Investigación Agrícola* 27:21 – 25
www.agris.fao.org.

KOGAN.M.2001.Uso de Adyuvantes para disminuir el efecto del lavado del Glifosato desde el Follaje de *Cyperus Rotundus* L .Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal Pontificia, Universidad Católica de Chile. *Ciencias Investigación Agrícolas* 28(3):151 – 156pConsultado en www.agronomico.uc/index.php.

NEGRETE, G.G 1997.Determinación del Periodo Libre de Precipitaciones (PLP) requeridas para Herbicidas con actividad del Follaje Tesis Ing Agr. Universidad Católica de Chile. Facultad de Agronomía Biblioteca INIA www.agris.fao.org.

RIVAS, B.2005.Cuaderno de Asistencia y control de Actividades en cultivos de Café y Caña de Azúcar, Finca Sabana Grande, Universidad De San Carlos Facultad de Agronomía. Guatemala.100 p.

SOLARES, R.2009. Costos de Producción, uso de Coadyuvantes y su relación con la eficiencia en la absorción del Glifosato en la Caña de Azúcar (*Saccharum spp*) En Finca Sabana Grande, El Rodeo Escuintla Guatemala Tesis Ing Agr. Universidad de San Carlos Guatemala.90 p Consultado en www.biblioteca.usac.edu.gt/tesis.

TORRES,R A;TRAVERSO,E.P 1997. Efecto del uso de Coadyuvantes sobre el periodo libre de precipitaciones (PLP) Universidad Católica de Chile Tesis Ing Agr. Biblioteca INIA .Santiago de Chile. Consultado www.agris.fao.org.