

UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA
FACULTAD DE AGRONOMIA

EFFECTOS DE LA DOSIS Y MOMENTO DE APLICACION DE
GLIFOSATO UTILIZADO COMO DESECANTE EN
SORGO GRANIFERO

por

Claudio COIROLO PEREZ
Gerardo NUÑEZ MONDUKRI

TESIS presentada como uno de
los requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo.

MONTEVIDEO
URUGUAY
1987

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PAGINA DE APROBACION.....	II
LISTA DE CAUADROS E ILUSTRACIONES.....	III
1. <u>INTRODUCCION</u>	1
2. <u>REVISION BIBLIOGRAFICA</u>	2
3. <u>MATERIALES Y METODOS</u>	12
3.1 CARACTERISTICAS GENERALES DEL EXPERIMENTO.....	12
3.2 METODOLOGIA.....	13
3.2.1 <u>Metodologia de instalación</u>	13
3.3 <u>DETERMINACIONES</u>	13
3.4 ANALISIS ESTADISTICO Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS.....	14
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSION</u>	15
4.1 EVALUACIONES RELACIONADAS A LA CALIDAD DE COSECHA.....	15
4.2 EVALUACIONES RELACIONADAS CON CONTROL DE SORGO.....	20
5. <u>CONCLUSIONES</u>	28
6. <u>RESUMEN</u>	29
7. <u>BIBLIOGRAFIA</u>	31

Tesis aprobada por:

Director:

Ing. Agr. (M.Sc.) Grisel FERNANDEZ

Ing. Agr. Oswaldo ERNST

Ing. Agr. Juana VILLALBA

Fecha: 13 de noviembre de 1997

Autor: _____

Claudio COIROLO PEREZ

Autor: _____

Gerardo NUSEZ MONDUERI

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. % de humedad promedio para los granos de las panojas verdes (PV), amarillas (PA) y marrones (PM).....	15
2. % de humedad promedio para los diferentes tratamientos al momento de la cosecha automotriz.	15
3. % de humedad promedio para las panojas verdes, amarillas y marrones en los tratamientos de precosecha con 720 y 1440 g ia.ha y para el testigo sin aplicación.....	16
4. % de granos partidos en testigo, T1 y T2.....	18
5. Pérdidas totales en granos/m ² y kg.ha ⁻¹ en tratamiento testigo, T1 y T2.....	18
6. Número de granos/0.01 m ² en huella y otras partes de la cosechadora.....	19
7. Peso de 1000 granos enteros y partidos para T7, T1 y T2.....	20
8. Control para el total de plantas en los distintos tratamientos de glifosato y el testigo (7 de junio)	21
9. Evaluación de control en las plantas marcadas diferenciadas según estado de maduración de panoja (7 de junio).....	22
10. Evaluación de control en las plantas marcadas con y sin brotes en los tratamientos de cosecha (T3 y T4) y el testigo (T7).....	23
11. Evaluación de control del 7 de junio en las plantas con y sin brotes marcadas diferencialmente según estado de maduración de panoja....	25

Figura No.

1. Esquematzación del experimento en el campo... 12

1 INTRODUCCION

A diferencia de otros cultivos de verano, es común que muchas variedades de sorgo granífero se mantengan verdes y con capacidad de rebrote hasta el momento de la cosecha. Esto puede determinar importantes inconvenientes en la operación de trilla, disminuciones en la calidad de cosecha y dificultar la preparación de futuras sementeras, lo cual es particularmente limitante en situaciones de cero laboreo.

Recientemente los productores han comenzado a utilizar el herbicida glifosato en aplicaciones pre o inmediatas post-cosecha, como herramienta para la desecación de sorgo granífero y solución a estos problemas.

Los resultados obtenidos muestran importante variabilidad fundamentalmente en cuanto a la eliminación de los rebrotes y no existe suficiente información en relación a las beneficios de uno y otro momento de aplicación ni sobre la mínima dosis efectiva.

El objetivo del presente trabajo fue determinar los efectos de la dosis (0,2 y 4 l de producto comercial glifosato) y el momento de la aplicación (pre-cosecha, cosecha y postcosecha), en la calidad de grano, operacional de la cosecha y en la evolución posterior de las plantas de sorgo (mortalidad de plantas, rebrotes, germinación a partir de semilla).

A nivel de productores es frecuente la utilización del herbicida glifosato, en aplicaciones pre o inmediatas post-cosecha, con el objetivo de desecar cultivos de sorgo granífero.

En general para las condiciones de producción promedio en nuestro país se producen importantes retrasos en la cosecha del cultivo de sorgo. En la mayoría de los casos el final del ciclo de este cultivo transcurre en una época del año, el otoño, en la que son frecuentes precipitaciones y/o condiciones climáticas poco favorables para el secado del grano.

Estos retrasos en la cosecha del mencionado cultivo se presentan como una limitación para las rotaciones de los sistemas de producción, sobre todo agrícolas. Por otra parte y dependiendo del año es muy frecuente que se acabe cosechando con elevados niveles de humedad lo cual ocasiona sensibles disminuciones en la calidad final del grano.

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

En general para las condiciones de producción promedio en nuestro país se producen importantes retrasos en la cosecha del cultivo de sorgo. En la mayoría de los casos el final del ciclo de este cultivo transcurre en una época del año, otoño, en la que son frecuentes precipitaciones y/o condiciones climáticas poco favorables para el secado del grano. Bovey y McCarty (1965) denuncian serios problemas de atrasos en la cosecha de sorgo en Lincoln, Nebraska como consecuencia de los tiempos adversos a fines de verano, similarmente a lo que ocurre en nuestro país. Según estos autores los atrasos en la cosecha causan importantes pérdidas económicas y principalmente cuando el cultivo se destina a la producción de semilla de sorgo puesto que los retrasos se asocian con incrementos de enfermedades, las cuales pueden llegar a disminuir la capacidad de germinación de la semilla.

La demora en la cosecha puede constituir también una limitación para las rotaciones de los sistemas de producción, sobre todo los agrícolas, impidiendo la siembra en fecha del cultivo de invierno siguiente. Por otra parte y dependiendo del año es muy frecuente que se acabe cosechando con elevados niveles de humedad lo cual ocasiona sensibles disminuciones en la calidad final del grano.

En el caso de cosechas con elevados índices de humedad las pérdidas de grano podrían llegar a ser muy importantes. Carrasco escribió que las pérdidas se darían por la cola de la cosechadora y pueden ser de dos tipos que resultan importantes de distinguir. En primer lugar se encuentran las pérdidas previas a la cosecha (precosecha) las cuales se deben fundamentalmente a la altura, siendo ocasionadas por panojas que se encuentran en la totalidad de su longitud por debajo de la altura a la cual va a cortar la cosechadora. Otras pérdidas importantes a tener en cuenta en precosecha son las ocasionadas por pájaros y las provocadas por desgrane de las panojas.

Por otro lado se encuentran las pérdidas causadas exclusivamente por la máquina, las cuales pueden ser debidas a las pérdidas de plataforma y/o a las pérdidas de cola. Las pérdidas de plataforma se relacionan con las pérdidas de panoja que son determinadas por las panojas sueltas, caídas de la máquina. También pueden ser

determinadas por la pérdidas por desgrane, ocasionadas por los granos sueltos caídos al suelo, producidos por desgrane de la máquina.

Las pérdidas de cola se dividen en pérdidas de separación y limpieza, que consisten en granos sueltos salidos por la cola y pérdidas de cilindro, constituidas por las panojas imperfectamente trilladas. Estas últimas son consecuencia del movimiento del cilindro a bajas revoluciones; demasiada luz entre cilindro y cóncavo; cóncavo desnivelado o gastado o material muy verde o húmedo (Carrasco, 1983).

De acuerdo a lo anteriormente mencionado se desprende que para lograr una buena operación de cosecha se debe esperar hasta que el contenido de humedad en el grano baje alrededor del 12 al 15%. Además a estos niveles de humedad, el grano almacenado no presenta problemas para la conservación ya que adquiere fuerte resistencia al quebrado.

Como solución a estos problemas se han planteado dos formas de manejo que permiten la anticipación de la cosecha. La primera de ellas consiste en la cosecha del cultivo siempre y cuando ya esté formado el "punto negro" en los granos de la parte inferior de la panoja. Este es el momento cuando se llega a la finalización de la acumulación de materia seca en el grano o madurez fisiológica. Para que la trilla sea aceptable, la humedad del grano no debe ser mayor a 25 - 30%. Esta cosecha temprana, con estos niveles de humedad debe ser seguida del correspondiente secado artificial.

La otra alternativa consiste en la técnica del desecado químico ante la proximidad de una cosecha con altos porcentajes de humedad en grano. En este sentido, Gigax y Burnside (1976) en Lincoln, Nebraska; encontraron que el desecado químico de sorgo granífero podría beneficiar a los productores de semillas y agricultores en general por permitir una cosecha combinada temprana, mantener la viabilidad de la semilla y además controlar malezas anuales.

Shephard y Naylor (1996), demostraron en experimentos llevados a cabo en Aberdeen, que en semillas cosechadas mas temprano, a humedades de 25%, o a plena madurez y luego secadas ambas rápido al sol o más despacio a la sombra las primeras fueron más livianas, más pequeñas y de menor densidad. Las semillas cosechadas

más temprano poseen pericarpios que permiten una más rápida absorción de agua y una mejor fuga de electrolitos. Estas dos últimas condiciones se encuentran positivamente correlacionadas. Una buena fuga electrolítica es asociada a una baja germinación final. Los métodos de secado de semilla no tuvieron resultado en el control de la absorción de agua ni en la fuga de electrolitos.

Shephard et al. (1996), en un trabajo de investigación similar, en el que lotes de semillas cosechadas en madurez fisiológica y a máxima madurez que eran luego secadas despacio en condiciones de sombreado o rápidamente al sol, encontraron que las semillas más pequeñas tuvieron la más baja viabilidad y vigor en cada uno de los lotes. Las semillas cosechadas a la máxima madurez fueron las de más alto vigor y esto no decreció por los métodos de secado.

Los desecantes químicos son herbicidas que, aplicados por medio de una pulverización, secan artificialmente el follaje sin afectar los granos. Su aplicación es interesante con el objeto de adelantar y facilitar la cosecha mecánica. La misma se efectúa cuando los granos presentan entre 25 y 30% de humedad, % de humedad a los que se alcanza generalmente la madurez fisiológica. La utilización de desecantes tiene la ventaja adicional de mejorar los posibles problemas de manejo ocasionados por el rastrojo del sorgo en aquellas situaciones en las que se prevé sembrar un cultivo de invierno posterior.

Los problemas que generalmente presenta el rastrojo comienzan por la difícil descomposición del mismo además de contar con brotes difíciles de matar y una clara tendencia a la perennización. Estos problemas son particularmente graves en los casos en que posteriormente se realice siembras directas.

Donnelly et al. (1977) en Manhattan y Ottawa, evaluaron el efecto de aplicaciones foliares de 32% de nitrógeno mediante una solución de nitrato de urea-amonio (UAN) para desecar el sorgo granífero antes de la cosecha. Las soluciones nitrogenadas fueron aplicadas a dosis de 0, 67, y 134 kg N/ha cuando el grano había alcanzado la madurez fisiológica. Dos híbridos y dos fechas de siembra fueron comparados en dos localidades en los años 1972 y 1973. Semanalmente se realizaban muestras de grano para hacer determinaciones de humedad hasta la

cosecha, luego fueron determinados contenidos de N en grano y forraje cosechado.

El secado de grano fue acelerado significativamente en aquellas plantas en las que el N fue aplicado a madurez fisiológica o previamente, aunque las aplicaciones previas a madurez fisiológica disminuyeron la cosecha de grano. Después que la humedad de grano alcanzó 20 a 25%, las precipitaciones y las altas humedades no contrarrestaron los efectos de desecación .

Los químicos aplicados en precosecha han resultado eficientes en la interrupción del crecimiento de las plantas de sorgo y en la disminución de la humedad de grano lo cual permite cosechas más tempranas.

Bovey y Miller (1968), trataron en Mayaguez, Puerto Rico, hojas de guava, hibiscos, sorgo y algodón con 5 herbicidas en 10 dosis diferentes. Pentachlorofenol (PCP) y ácido cis-2,3,5,5,5-pentachloro-4-kentopentenoico (AP-20) produjeron la más rápida desecación a las más altas dosis. La sal 6,7 dihydrodipyrido(1,2-a:2',1'-c)pyrazidiinium (diquat) fue usualmente tan efectiva como PCP y AC-20 dentro de los primeros dos días posteriores al tratamiento, y produjo un más extensivo desecado a más bajas dosis especialmente en hibiscos, algodón y sorgo. Diquat, paraquat y AP-20 produjeron una completa defoliación de hibiscos dentro de los cinco días posteriores al tratamiento pero diquat y paraquat fueron más efectivos a más bajas dosis que otros defoliantes. Diquat defolió completamente al hibisco a 19 ug sin tener en cuenta la ubicación en el lugar de la hoja, pero se necesitaron más altas dosis para un efectivo desecado cuando no se aplicó uniformemente sobre la hoja. Una efectiva desecación con PCP requiere una aplicación uniforme ya sea en el haz o el envés de la hoja. En tratamientos con PCP no ocurrió defoliación posterior a la aplicación. Algunos herbicidas incrementaron la defoliación y desecado de hibiscos sinérgicamente cuando se aplicaron con diquat. Algunos herbicidas hormonales como el 2.4-D y el picloram fueron antagonistas con el diquat.

Antiguamente los productos utilizados en tratamientos precosecha como desecantes eran fundamentalmente dipiridilos (diquat y paraquat), actualmente se suma la utilización de glifosato.

Gigax y Burnside (1976) posteriormente al desecado

determinaron el nivel de humedad de semilla, y la viabilidad de las semillas y las plantas presentes. 'RS 626', un sorgo granífero de largo ciclo, fue desecado con glifosato, paraquat, y una solución al 30 % de N a humedades de semilla de 25 y 30 % en 1974. Seis líneas de sorgo fueron desecadas en 1974 brindando diferentes respuestas. Glifosato a 2.24 kg/ha y paraquat a 1.12 kg/ha podrían permitir cosechar (20% humedad en semilla) de 5 a 7 días más temprano cuando se desecó a 30% de humedad en 1973 y 35 % en 1974. Sin embargo, cuando se desecó a 25 % de humedad en 1973, solo fueron ganados 2 días. Las cosechas combinadas de grano fueron reducidas como se esperaba por la manera en que se presentaba el sorgo post-desecado con glifosato a 1.12 y 2.24 kg/ha y paraquat a 1.12 kg/ha a humedades de 30% en 1973. Similares pérdidas en cosecha se experimentaron en parcelas que recibieron glifosato a 1.12 y 2.24 kg/ha tratadas a humedades de grano de 35 % en 1974. Datos de 1974 mostraron que los porcentajes de germinación y emergencia de semilla de las parcelas desecadas fueron mayores a las de las parcelas sin aplicación porque una temprana muerte por heladas redujo la viabilidad de semillas en los chequeos no tratados. Complementariamente, la presencia de una especie de maleza de fuerte incidencia en el cultivo, en la siguiente estación de crecimiento fue reducida en uno de dos experimentos con aplicaciones de glifosato a dosis de 1.12 y 2.24 kg/ha.

Baur et al. (1977) sostienen que la aplicación de desecantes químicos con el objetivo de reducir el contenido de humedad en sorgo granífero (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) puede constituir una opción para eliminar los costos del secado mecánico del grano cosechado y advierten en relación a las precauciones que deben tomarse al aplicar esta técnica. En una de las variedades ensayadas, solo unas pocas plantas, obtenidas a partir de semillas producidas por plantas de sorgo granífero desecadas al presentar 40% de humedad con glifosato a la dosis de 2.24 kg ha⁻¹, lograron sobrevivir. Un alto porcentaje (43%) de las plantas que sobrevivieron mostraron síntomas de variegado al ser comparadas con semillas obtenidas de plantas no tratadas y semillas obtenidas de plantas desecadas al presentar 30% de humedad. El daño en la semilla fue mayor cuando la aplicación se realizó en los 25 días posteriores a la floración cuando el contenido de humedad era de aproximadamente 30 a 40%. A medida que la aplicación se alejaba de la floración (30, 35 y 40 días) los daños se

hacían menores.

Darwent et al. (1994) demostraron que aplicaciones de glifosato en trigo de finales de julio principios de setiembre, en el oeste de Canadá, a dosis de 0.45, 0.9 y 1.7 Kg de ácido equivalente/ha en los casos en que el grano tenía más de 25 % de humedad, aumentaron ligeramente el secado de la semilla y el follaje, en comparación con el cultivo sin aplicación. Los tratamientos de glifosato aplicados por debajo de 25 % de humedad en grano, no tuvieron efecto en el secado ni de la semilla ni del follaje. En experimentos en donde en las parcelas control y las tratadas con glifosato el trigo se cortó directamente a la madurez, los promedios de rendimiento de cosecha disminuyeron a medida que las dosis de glifosato aumentaron de 0 a 1.7 Kg/ha. Sin embargo, aplicaciones a humedad de grano de 40 % y menores, causaron muy pocas o ninguna pérdida de cosecha. Hubieron muy pocas o ninguna diferencia en peso de 1000 granos, densidad, germinación de semilla y contenido de proteína en las parcelas con aplicación de glifosato a contenidos de humedad menores a 40 % con respecto a las parcelas control hileradas y posteriormente trilladas al mismo contenido de humedad o directamente cortadas a la madurez.

Respecto a los efectos del glifosato disminuyendo la humedad de grano a cosecha, Alcantara y Wyse (1988) en experimento en Minnesota, demostraron que 3 semanas después de la aplicación del herbicida en maíz, la humedad en grano de las plantas tratadas en madurez fisiológica fue 2.3 a 6.9 % menor que en las plantas tratadas antes de madurez fisiológica las cuales a su vez presentaron 2.2 a 5.5 % menos de humedad que las plantas no tratadas. El glifosato no incrementó efectivamente el secado del grano de maíz bajo condiciones de alta humedad ambiental. En el mismo experimento se vio que el glifosato en los tratamientos de premadurez fisiológica del maíz controló *Agropyron repens*, importante maleza en esas condiciones productivas, de 49 a 64 % en 1984 y de 69 a 91 % en 1985.

La utilización del glifosato como desecante presenta la ventaja adicional de que al ser un herbicida sistémico permite un buen control de órganos subterráneos, siendo estos en el caso de rastrojos de sorgo una importante causal de las dificultades de manejo anteriormente mencionadas.

Estudios realizados por Millhollon y Legendre

(1996), revelaron otras ventajas de la utilización de glifosato en precosecha en cultivo de caña de azúcar. Se encontró que mediante la aplicación del herbicida a dosis de 0.23 kg de ácido equivalente/ha decrecía la cosecha de caña de azúcar inmediatamente después del tratamiento, por reducción del peso del tallo y por ocasionales retardos o reducciones del rebrote en algunos cultivares en el siguiente año.

Rush y Gerik (1989) encontraron que pulverizando con glifosato a 420 g ácido equivalente por hectárea, se disminuía la incidencia de la podredumbre de la raíz causada por *Phymatotrichum* en el cultivo de algodón siguiente al sorgo. La disminución de la enfermedad en los tratamientos se debe probablemente a una disminución en la densidad de inóculo resultante de la menor viabilidad de las raíces de sorgo como sustituto del crecimiento saprofítico. Se especula que el tratamiento de glifosato reduce la enfermedad mediante la remoción de la superficie alimenticia, a través de la reducción de la densidad de inóculo (esclerotos) en el siguiente año, y no por efectos tóxicos directos en el organismo.

Otros motivos que hacen aparecer al glifosato como una alternativa muy interesante son la sensible disminución del precio del herbicida y la prohibición en algunos países de la utilización de los dipiridilos debido a su alta toxicidad.

Bovey et al. (1975), escribieron sobre la necesidad de encontrar un efectivo y no tóxico desecante para el grano de sorgo. Los estudios condujeron a la comparación de glifosato con clorato de sodio y paraquat en los híbridos RS 626 y Tophand. El glifosato fue más efectivo que el cloruro de sodio o que el paraquat en la reducción de humedad ya sea en grano, hojas y tallos. Glifosato redujo el contenido de humedad al 13% o menos dentro de la semana posterior al tratamiento, habiéndose partido de humedades originales de 20, 30 y 40 %. El glifosato previno el crecimiento de los brotes axilares del sorgo granífero y mató todos los sorgo de alepo en las áreas tratadas. La presencia de sorgo granífero fue insignificante en las tres semanas posteriores a la aplicación de glifosato pese a las fuertes lluvias y a la velocidad del viento. La germinación de los granos tratados no fue afectada por glifosato a dosis de 0.56 y 1.12 kg/ha. Los autores señalan que la baja toxicidad en mamíferos y la ausencia de fitotoxicidad de los residuos en suelo hacen del glifosato un valioso desecante

precosecha de sorgo.

Aparte de las utilidades de la aplicación de glifosato en precosecha ya explicadas, existen también otras propiedades del mencionado herbicida que hacen interesante su aplicación en precosecha en diferentes cultivos. Por ejemplo M.G.O'Keefe citado por Grossbard y Atkinson (1985), encontró en cultivos de arvejas y colza controles satisfactorios de malezas perennes y anuales tratadas en precosecha que permitieron cosechas con niveles aceptables de humedad. Este tratamiento debería ser aplicado cuando el contenido de humedad de los mencionados cultivos es del 30 % y menores. Con la aplicación precosecha se aseguran por lo tanto buenos niveles de muerte foliar con consiguientes aceptables niveles de humedad en semilla y también prevención de destrucción de la vaina. Todas las variedades, las sembradas en invierno y las sembradas en primavera podrían ser tratadas en precosecha con glifosato. El glifosato aplicado a dosis de $1,44 \text{ kg ha}^{-1}$ ofrece un control de un 95% de *Agropyrum repens*, problemática maleza en estos cultivos, extendiéndose mesuradamente hasta 1 año después del tratamiento. A estas dosis de aplicación el porcentaje de viabilidad de las semillas del tratamiento eran de un 90% respecto al control sin tratamiento. Debido a esto no fue considerado aconsejable el tratamiento de cultivos maduros para producción de semilla. Sin embargo, la calidad del grano y la calidad del aceite no fueron significativamente menores que los controles sin tratamiento. El autor recomienda que las arvejas para ser cosechadas con niveles aceptables de humedad deberían ser tratadas cuando los contenidos de humedad sean menores al 30%. La cosecha debería ser llevada a cabo por lo menos 7 días después del tratamiento.

Macarez (1981) citado por O'Keefe y Makpeace (1985), encontró que usando dosis de $2,16$ a $8,64 \text{ kg ha}^{-1}$, aplicadas entre 8 a 10 días precosecha no se afectó en lo más mínimo la calidad de el grano cosechado. No hubieron disminuciones en el peso de 1000 granos en los cultivos tratados con glifosato comparado con los cultivos sin tratamiento.

En relación al nivel de humedad en grano O'Keefe y Makpeace (1985), cita que en los trabajos de O'Keefe 1981 y Sheppard et. al. 1982 fueron encontrados menores niveles de humedad en grano para los cultivos tratados con respecto a los no tratados. Los granos tratados

fueron entre un 0,5 y 2% menores en contenido de humedad que los no tratados. Sin embargo, Clarke (1981), encontró que el glifosato a dosis de 0,5 y 1 kg ha⁻¹, aplicados en precosecha cuando el contenido de humedad en grano era menor de 43 % al momento de la aplicación, no incrementó el secado en grano más que el grano control sin tratamiento o la paja. La reducción del contenido de la humedad del grano puede ser el resultado de una reducción de la materia verde del cultivo mediante la disminución de los niveles de humedad ambiental.

O'Keefe 1981; Macarez 1981, no encontraron diferencias en la capacidad de germinación de los granos tratados con respecto a los sin tratar. Una breve depresión en la germinación fue reportada por Sheppard et al.(1982), para granos tratados en precosecha con aplicación de dosis de 1,44 kg ha⁻¹ de glifosato en una ocasión solamente. En estos mismos experimentos no se detectaron depresiones en la germinación a dosis de 0,74 kg ha⁻¹.

ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE GLIFOSATO

El glifosato es un herbicida postemergente no selectivo, debido a su capacidad de translocarse en el floema es particularmente útil para matar órganos subterráneos de plantas perennes que tienden a prosperar en pasturas y sistemas de agricultura conservacionista.

Lo que comúnmente se denomina como glifosato es la sal isopropilamina de glifosato.

CARACTERISTICAS GENERALES Y MODO DE ACCION.

El glifosato es altamente soluble en agua. La vida media es corta ya que es rápidamente degradado por microorganismos del suelo. Una vez que el glifosato es absorbido, no es fácilmente degradado por las plantas, así puede mantener su acción fitotóxica mientras se transloca a diferentes partes.

Absorción.

Las hojas y partes fotosintéticamente activas constituyen los principales órganos de intercepción y absorción. La presencia de cutícula y en particular de ceras externas (ceras epicuticulares) constituyen una barrera para la absorción. Sin embargo la presencia de surfactantes en la formulación comercial del producto ayuda al paso del glifosato por esa barrera.

Translocación.

El principal tipo de translocación es a través del simplasto o sea principalmente por el floema y otros tejidos vivos. Se ha observado, en algunos casos, translocación aposimplástica.

En especies anuales la translocación ocurre desde la hojas hacia los puntos de crecimiento aéreos y subterráneos. En especies perennes las reservas de carbohidratos son consumidas durante el crecimiento inicial de la planta y posteriormente recuperadas. El movimiento de los asimilados ocurre desde órganos, con reservas acumuladas, en dirección a hojas nuevas. Aplicaciones de glifosato en especies perennes en inicio de floración permitirá que mayores cantidades del herbicida sean translocadas a las partes subterráneas. La translocación hacia los órganos subterráneos es relativamente rápida comparado con otros herbicidas. Son necesarias apenas 24 horas para que ocurra la acumulación de glifosato a niveles tóxicos en el sistema subterráneo de malezas perennes.

Mecanismo de acción.

Aún no se conoce claramente cuál es el mecanismo de acción del glifosato.

Dentro de la diversidad de hipótesis acerca del modo de acción la más aceptada es la inhibición o represión de la enzima mutasa corísmica y/o deshidratasa prefénica cuya acción está relacionada con la síntesis de aminoácidos aromáticos: tiróxina, fenilalanina y triptófano. Este último es el precursor del ácido indolacético (AIA), de ahí la típica sintomatología que presenta el herbicida similar a la de los herbicidas con actividad reguladora del crecimiento.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 CARACTERISTICAS GENERALES DEL EXPERIMENTO

El experimento fue instalado en una chacra de sorgo, cv. Morgan L 815 en el área de producción de la Estación Experimental "Dr. Mario A. Cassinoni" durante el verano de 1996. Este cultivo fue sembrado el 5 de enero con una población objetivo de 450.000 plantas/ha. previendo ser utilizado para ensilaje. Previo a la instalación de los tratamientos se marcaron tres áreas en función de la posición topográfica correspondiendo a la zona más alta, intermedia y más baja de la chacra. Dentro de cada área fueron ubicados los tratamientos seleccionados para el estudio de las diferentes combinaciones de momento de aplicación y dosis de glifosato, según se detalla a continuación:

- T1: aplicación en precosecha de glifosato (720 g ia ha⁻¹)
- T2: aplicación en precosecha de glifosato (1440g ia ha⁻¹)
- T3: aplicación a cosecha de glifosato (720 g ia ha⁻¹)
- T4: aplicación a cosecha de glifosato (1440 g ia ha⁻¹)
- T5: aplicación post-cosecha de glifosato (720 g ia ha⁻¹)
- T6: aplicación post-cosecha de glifosato (1440 g ia ha⁻¹)
- T7: testigo sin aplicación

Los tratamientos de postcosecha (T5 y T6) aún cuando fueron inicialmente planificados no formaron parte del estudio debido a que accidentalmente entraron las vacas del tambo y debió suspenderse la continuación del experimento. De esta forma estos tratamientos se constituyeron en testigos adicionales y el experimento en campo resultó el que se esquematiza a continuación.

Figura 1. Esquemmatización del experimento en el campo.

T 2	T 7	T 4	T 3	T 6	T 1	T 6
T 2	T 6	T 3	T 7	T 3	T 1	T 5
T 2	T 3	T 5	T 7	T 4	T 1	T 5

3.2 METODOLOGIA

3.2.1 Metodología de instalación

El trabajo experimental no tuvo diseño experimental en la medida en que los dos tratamientos de glifosato precosecha fueron realizados con avión en bandas no pudiendo ser aleatorizados. En cada tratamiento, que tuvo 3 repeticiones, una en la zona más alta de la chacra, la otra en la zona media y la tercera en la zona más baja, el día 10 de mayo, se marcaron y anillaron en la base, plantas en diferentes estados de madurez de panoja utilizando una escala subjetiva establecida según el color de la panoja. El color verde (PV) indicaba el estado más inmaduro, el amarillo (PA) un estado intermedio y el marrón (PM) el estado de mayor madurez. El total de plantas marcadas por tratamiento fue de 78 (26 PV, 26 PA y 26 PM). A su vez, dentro del total por estado de madurez de panoja se diferenciaron según tuvieran o no rebrotes resultando 16 plantas sin rebrote y 10 con rebrote.

Los tratamientos precosecha fueron aplicados con avión también el día 10 de mayo, una vez finalizada la marcación de las plantas con 30 lts de agua por ha⁻¹. La aplicación de los tratamientos al momento de la cosecha fue realizada el 29 de mayo con pulverizadora terrestre de botallón con capacidad para 425 lts., utilizando 100 lts de agua por ha⁻¹.

3.3 DETERMINACIONES

La primera determinación realizada fue la estimación del % de humedad correspondiente a los estados de madurez de panoja diferenciados al momento de marcar las plantas (PV, PA, PM). A tales efectos se tomaron muestras al azar de granos del centro de panojas en los 3 estados establecidos y utilizando un humidímetro de campo marca Delmhorst, se evaluó la humedad en grano.

Al momento de la cosecha de la chacra, el día 27 de mayo fueron cosechas en primera instancia y en forma manual, las panojas en plantas marcadas y luego con cosechadora automotriz el restante de cada parcela. En todos los granos, los correspondientes a las panojas marcadas y las restantes se determinó humedad a cosecha (%) y peso de 1000 granos (g). En las plantas marcadas se evaluó además peso de panoja.

En el caso de los granos cosechados con cosechadora automotriz se estimó además el rendimiento en grano/parcela y el % de granos enteros y partidos.

En la chacra y en cada parcela cosechada, se realizó una estimación de pérdidas a cosecha en 20 muestreos de 0,1 x 0,1 m por parcela donde se contaba el total de granos sobre el suelo. 10 de estos muestreos fueron realizados en la zona por donde pasó la cola de la cosechadora y 10 en otras zonas buscando de esta manera separar las pérdidas correspondientes a cola de cosechadora de las restantes.

El 7 de junio se estimaron los efectos de control de las aplicaciones de glifosato para lo cual se efectuaron observaciones visuales en los tratamientos de precosecha, a cosecha y en el testigo, estableciéndose una puntuación según la siguiente escala:

- 1= toda la planta verde (tallos, vainas y hojas)
- 2= planta verde con partes secas (tallos verdes y hojas mayoritariamente verdes)
- 3= planta seca con algo de verde (en plantas que presentaban tallos y hojas inferiores con rastros verdes)
- 4= toda la planta seca (tallos, hojas y vainas).

3.4 ANALISIS ESTADISTICO Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS

Los resultados de las distintas variables determinadas fueron procesados calculándose sus medias y desviaciones estándar. Con estos datos se calcularon los Intervalos de Confianza que se utilizaron en la comparación de medias a los niveles de 95 o 90 % según el caso considerado.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 EVALUACIONES RELACIONADAS A LA CALIDAD DE COSECHA

* % de humedad en grano.-- como se comentara en la sección III, de Materiales y Métodos la primera determinación efectuada fue la estimación de los % de humedad en los 3 tipos de panojas clasificadas en función de su grado de maduración. Los valores promedio resultantes de esta estimación confirmaron la variación en la maduración de las panojas y el buen ajuste de la clasificación visual utilizada. Los intervalos de confianza calculados señalaron la existencia de diferencias significativas con una confianza del 90%.

Cuadro 1. % de humedad promedio para los granos de las panojas verdes (PV), amarillas (PA) y marrones (PM).

	alto	medio	bajo	X	IC .90
PV	27	26	26	26.2	26.5-25.8
PA	22	22	23	21.8	22.0-21.4
PM	18	19	20	19.3	19.4-19.2

La misma determinación efectuada al momento de la cosecha automotriz en los distintos tratamientos indicó la existencia de efectos del herbicida en esta variable. Los porcentajes de humedad en las muestras correspondientes a la aplicación precosecha resultaron significativamente menores aún cuando no pudieron comprobarse diferencias entre dosis ($x=19.58$ e $IC_{.90}=20.18-18.98$ para T1, $x=18.94$ e $IC_{.90}=19.17-18.71$ para T2 y $x=20.83$ e $IC_{.90}=21.35-20.31$ para el testigo). Los valores promedio correspondientes a cada tratamiento pueden observarse en el Cuadro 2 siguiente.

Cuadro 2. % de humedad promedio para los diferentes tratamientos al momento de la cosecha automotriz.

Tratamiento	X	IC .90
T1	19,58	20,18-18,98
T2	18,94	19,17-18,71
T7	20,83	21,35-20,31

En base a los resultados anteriores podría pensarse en un posible efecto indirecto de la cosecha, aumentando la humedad en grano como consecuencia del mayor volumen de material verde que pudo ingresar a la cosechadora en el testigo. De esta manera se podría haber incrementado el % de humedad en grano. Por otra parte se podría pensar de no suceder lo dicho anteriormente en un efecto directo del herbicida en el secado de grano. Al constatar que la ventaja de la aplicación precosecha se repitió en la evaluación de los muestreos realizados en las plantas marcadas cosechadas manualmente, en las que tampoco se detectaron diferencias entre las dosis tal como se muestra en el Cuadro 3, parecería que se trata de un efecto directo puesto que en este tipo de recolección de grano no existieron interferencias de partes verdes de la planta.

Cuadro 3. % de humedad promedio para las panojas verdes, amarillas y marrones en los tratamientos de precosecha con 720 y 1440 g ia.ha y para el testigo sin aplicación.

	T1	IC .se	T2	IC .se	T7	IC.se
PV	22.0	22.8-21.2	20.6	21.5-19.7	24.3	25.0-24.0
PA	18.0	18.3-17.7	18.0	18.8-17.2	21.7	21.9-21.5
PM	17.3	17.5-17.1	17.3	17.5-17.1	19.0	19.9-17.1

Como puede observarse en el cuadro recién presentado, no pudieron evidenciarse diferencias para el % de humedad en las panojas verdes, amarillas ni marrones entre los tratamientos con la menor y mayor dosis de glifosato. Sin embargo y pese a no existir un efecto de la dosis de glifosato existió un efecto marcado de la aplicación en precosecha. Los % de humedad, en los 3 tipos de panoja, resultaron significativamente menores en los tratamientos con aplicación precosecha que en el testigo sin aplicación.

Estos resultados destacan una posible ventaja de la utilización de glifosato en precosecha. Considerando que existe un costo de secado y pérdidas por mermas debidas al exceso de humedad en grano, puede pensarse en la utilización de esta técnica con el objetivo de obtener cierto beneficio económico.

En lo que respecta a costo por secado se tuvo en cuenta el estado mas inmaduro de las panojas, de manera de que al momento de enfrentar un cultivo verde en madurez fisiológica al momento de ser cosechado, se maneje la posibilidad de obtener cierto beneficio económico mediante la utilización del secado químico.

Según los valores de humedad medidos en los granos que fueron cosechados por la cosechadora automotriz, fueron asignados los respectivos costos de secado (CALPA, zafra 95-96). Para el tratamiento testigo con 24,3 % de humedad, el costo de secado correspondiente sería de U\$s 17,65/1000 Kg y para el tratamiento de menor dosis con 22,0 % correspondería un costo de secado de U\$s 11,3/1000 Kg. Esto determinaría una diferencia de U\$s 6,34/1000 Kg entre ambos tratamientos. Considerando que el rendimiento del cultivo fue de 4000 Kg/ha promedio, se llega a una diferencia de U\$s/ha 25,36 ($6,34 \times 4$) a favor del tratamiento con aplicación.

Además se tienen pérdidas de peso al corregir la humedad al 13%, representando para el tratamiento testigo con 24,3 % de humedad una disminución del 12,2 %, y para el tratamiento con 22,0 % de humedad un 9,55 %. Esto determinaría una diferencia a favor del tratamiento con aplicación del orden de 2,67 % (106,8 kg). Llevado al precio del grano de sorgo de ese año (U\$s 76/1000 Kg), esta diferencia significa U\$s/ha 8,1 ($0,076 \times 106,8$).

La aplicación herbicida tiene un costo de U\$s/ha 17 por lo que en las condiciones de precios y cultivo analizados tendríamos en lo que refiere a humedad de grano un margen de U\$s/ha 16,48; (25,36 U\$s por diferencia en costo de secado + 8,1 U\$s por menor merma al corregir la humedad = 33,46 U\$s/ha), a favor del tratamiento de menor dosis.

Con las condiciones de precio y rendimiento del cultivo en la situación estudiada y en el supuesto de encontrar un cultivo que se encuentre verde al momento de cosecha sería posible pensar en la obtención de beneficio económico por la utilización de esta técnica.

% de granos partidos.- al igual que se constatará en la estimación del % humedad, se observó un efecto significativo del herbicida en el % de granos partidos, resultando más bajos estos porcentajes en las parcelas que recibieron herbicida (Cuadro 4).

Cuadro 4. % de granos partidos en testigo, T1 y T2.

	x	IC . ∞
testigo	11.3	11.92-10.68
T1	8.9	9.41- 8.39
T2	9.4	9.73- 9.07

Pese a las respuestas observadas, cabe mencionar que los porcentajes evaluados en cualquiera de los tratamientos, se hallan por encima del máximo porcentaje de recibo establecido por el MGAP. En la práctica y siendo que el principal destino en la comercialización del sorgo es la utilización para la fabricación de raciones como grano molido, no existen limitaciones en la comercialización en relación a esta característica, no realizándose descuento. En esta variable no hay ventaja adicional del uso del herbicida mejorando la calidad de la cosecha.

* pérdidas de grano a cosecha.- los totales de pérdidas evaluadas en los tratamientos con posterioridad a la cosecha figuran en el Cuadro 5 a continuación. Considerando los rendimientos estimados en la cosecha automotriz y corregidos a 13 % de humedad que resultaron en 2611,63 kg/ha en el testigo, 2460,75 kg/ha en T1 y 2654 kg/ha en T2, las pérdidas alcanzaron porcentajes del orden de 18,5 % en el testigo, de 15.56 % en T1 y de 30,33 % en T2.

En relación a lo que se cita en la bibliografía puede afirmarse que las pérdidas evaluadas superaron lo que se considera tolerable, en todos los tratamientos (Bermejo Zuazúa,1965). Inclusive, resultaron más elevadas a las que se constatan promedialmente en campos de sorgo (Laporta y Pastore,1982) aunque similares a las que encontraran estos autores en su estudio.

Cuadro 5. Pérdidas totales en granos/m² y kg.ha⁻¹ en tratamiento testigo, T1 y T2.

	granos/m ²	Kg.ha ⁻¹ estimados
testigo	1679.5	484
T1	1094.5	303
T2	3231.0	805

Las mayores pérdidas se produjeron en las parcelas correspondientes al tratamiento con la más alta dosis de glifosato. De éstas el 75 % de los granos se encontró en la zona correspondiente a la cola de la cosechadora y el 25 % restante en zonas correspondientes a otras partes de la cosechadora.

Similarmente ocurrió en el testigo mientras que en el caso del tratamiento T1 no se encontraron diferencias entre cola y resto tal como se muestra en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Número de granos /0.01 m² en huella y otras partes de la cosechadora.

		No. granos x /0.01m ²	IC .90
T1	otras	11.22	13.22-9.22
	cola	10.67	11.40-9.93
T2	otras	16.11	18.46-13.76
	cola	48.51	53.67-43.34
T7	otras	2.89	3.53-2.25
	cola	30.70	34.30-27.10

La aplicación del herbicida no parece tener un efecto claro en cuanto al lugar por donde se dan las pérdidas ya que en los tratamientos con herbicida (T1 y T2) las pérdidas resultan similares en cola y resto en un caso, y sustancialmente diferentes en el otro. Se debe mencionar que una de las causas por la que la distribución de las pérdidas pudo haber tenido el mencionado comportamiento, sea que la cosechadora, Internacional 51, no fue regulada para las diferentes condiciones de humedad de cada parcela, sino que se cosechó con igual velocidad del cilindro e igual luz entre cilindro y cóncavo en todas las parcelas.

Considerando los datos de pérdidas obtenidos en relación con los porcentajes de humedad estimados a cosecha se presume que una de las posibles causas que ocasionaron las mayores pérdidas en el tratamiento de mayor dosis T2, sean pérdidas asociadas al golpe de molinete ocasionadas por cultivo y panojas muy secas.

*peso de 1000 granos.- En relación al peso de 1000 granos los mayores registros obtenidos correspondieron al tratamiento de precosecha de mínima dosis (T1) y al tratamiento testigo (T7), no habiéndose encontrado diferencias significativas entre ambos tal como puede observarse en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Peso de 1000 granos enteros y partidos para T7, T1 y T2.

trat.	tipo grano	peso (g) x	I.C .se
T1	enteros	28.04	28.70-27.48
	partidos	23.82	23.45-22.45
T2	enteros	25.12	25.66-24.58
	partidos	22.95	23.45-22.45
T7	enteros	29.47	30.49-28.45
	partidos	25.63	26.43-24.82

No se encontró relación entre los pesos de 1000 granos corregidos al 13 % de humedad de los diferentes tratamientos y especialmente T2, ya que se esperaban pesos de granos similares debido a que todos los tratamientos fueron cosechados a madurez fisiológica.

4.2 EVALUACIONES RELACIONADAS CON CONTROL DE SORGO

Los datos correspondientes a la evaluación de las eficiencias de control en sorgo, estimadas el 7 de junio en los distintos tratamientos figura en el Cuadro 8 a continuación.

Cuadro 8. Control para el total de plantas en los distintos tratamientos de glifosato y el testigo (7 de junio).

tratamiento	valor escala	I.C .99
T7	2.19	2.22-2.16
T1	4	-- --
T2	4	-- --
T3	3.08	3.09-3.07
T4	3.09	3.11-3.07

Del análisis general del cuadro se desprende que existieron efectos de control con todos los tratamientos de glifosato, independientemente del momento en que fueron realizados.

Asimismo, los resultados destacan la eficiencia de las aplicaciones en precosecha. Como puede observarse, con estas aplicaciones e independientemente de la dosis ensayada, se alcanzaron los máximos valores de control, encontrándose secas la totalidad de las plantas al momento de realizar la estimación el 7 de junio, 27 días post-aplicación.

También las plantas en los tratamientos realizados a la cosecha (T3 y T4) se encontraban notoriamente más secas que las plantas en el tratamiento testigo y tampoco en este caso, existieron efectos de la dosis utilizada a cosecha puesto que los controles apreciados visualmente fueron similares en los tratamientos con 2 y 4 l. de producto comercial.

Estos últimos resultados pueden estar relacionados con el corto período transcurrido entre las aplicaciones a cosecha y la lectura (11 días) y queda la duda sobre si pudieran haberse expresado diferencias posteriormente.

De cualquier forma, a los efectos prácticos y considerando un posible manejo para siembras de invierno, surge de estos datos la importancia de la decisión en relación al momento de aplicación y la escasa

trascendencia de la dosis. Pueden destacarse en tal sentido claras ventajas para la opción de aplicaciones precosecha y en tal caso resultaría suficiente la utilización de la menor dosis.

En los tratamientos de precosecha todas las plantas e independientemente del estado de maduración de la panoja se encontraban totalmente secas al momento de la evaluación (Cuadro 9). En cambio, en los tratamientos T3 y T4 realizados a la cosecha y en el testigo se observó un efecto diferencial en el secado dependiendo del estado de maduración de las panojas .

Cuadro 9. Evaluación de control en las plantas marcadas diferenciadas según estado de maduración de panoja (7 de junio).

trat.	control (*)	I.C .90
T1 V	4	-- --
T1 A	4	-- --
T1 M	4	-- --
T2 V	4	-- --
T2 A	4	-- --
T2 M	4	-- --
T7 V	1.77	1.83-1.71
T7 A	2.29	2.38-2.20
T7 M	2.83	2.94-2.72
T3 V	2.93	2.95-2.87
T3 A	3.20	3.22-3.18
T3 M	3.04	3.12-2.96
T4 V	2.92	2.95-2.89
T4 A	3.27	3.31-3.23
T4 M	3.27	3.38-3.16

(*) control evaluado por apreciación visual (escala 1 a 4).

La eficiencia de secado fue similar en las plantas con panojas amarillas y panojas marrones y menor en las plantas menos maduras con panojas verdes, cuando se analizan iguales dosis en los tratamientos a cosecha.

A su vez pudo evidenciarse un efecto de la dosis al comparar el efecto de los 2 y 4 lts. comercial. Tanto en las plantas con panojas amarillas como marrones la eficiencia de secado resultó más elevada cuando se utilizara la mayor dosis. Esta apreciación no invalida los comentarios realizados anteriormente, puesto que pese a detectarse diferencias estadísticas el efecto no es de magnitud suficiente como para justificar el incremento de la dosis.

Como se comentara en Materiales y Métodos esta lectura fue realizada identificando las plantas en función del grado de maduración de las panojas y distinguiendo además las plantas según presentaran o no brotes.

Los resultados considerando esta última condición de la planta figuran en el Cuadro 10 a continuación.

Cuadro 10. Evaluación de control en las plantas marcadas con y sin brotes en los tratamientos de cosecha (T3 y T4) y el testigo (T7).

trat.	tipo planta	control	I.C. %
T7	con brotes	2.70	2.77-2.63
	sin brotes	1.85	1.89-1.81
T3	con brotes	3.12	3.15-3.09
	sin brotes	2.93	2.96-2.90
T4	con brotes	3.37	3.41-3.33
	sin brotes	3.06	3.08-3.04

Como puede observarse en todos los casos, incluido el testigo, se observaron más altos niveles de secado para las plantas con brotes.

También pueden destacarse diferencias entre tratamientos al momento de comparar los dos tipos de plantas. Los mayores valores de secado para las plantas con brote fueron obtenidos en el tratamiento de cosecha a la dosis más alta, seguido por el otro tratamiento a cosecha y por último el testigo.

No se encontró una explicación lógica para los mayores valores de secado obtenidos para las plantas con brotes. Teniendo en cuenta aspectos de la fisiología de estas plantas podría pensarse que una más activa absorción y/o translocación en las mismas hubiera favorecido una mejor distribución del herbicida.

Sin embargo y considerando los valores obtenidos en el testigo, donde también se observaron más rápidos secados en las plantas brotadas parece existir un efecto estrechamente asociado a la presencia de los brotes. Se trata entonces, de un efecto independiente del grado de maduración de la planta en la medida en que las diferencias en la velocidad de secado están presentes en todos los estados de maduración de panoja (Cuadro 11). Por lo tanto parece existir una determinante fisiológica operando en forma independiente a la fenología de la planta y asociado a otras características de su comportamiento fisiológico.

Cuadro 11. Evaluación de control del 7 de junio en las plantas con y sin brotes marcadas diferencialmente según estado de maduración de panoja.

trat.	control (*)	I.C . \pm 0
T1 V	4	-- --
T1 V S/B	4	-- --
T1 A	4	-- --
T1 A S/B	4	-- --
T1 M	4	-- --
T1 M S/B	4	-- --
T2 V	4	-- --
T2 V S/B	4	-- --
T2 A	4	-- --
T2 A S/B	4	-- --
T2 M	4	-- --
T2 M S/B	4	-- --
T7 V	2.30	2.50-2.10
T7 V S/B	1.60	1.71-1.49
T7 A	3.00	3.70-2.30
T7 A S/B	1.90	2.10-1.79
T7 M	3.00	3.15-2.85
T7 M S/B	2.60	2.98-2.22
T3 V	3.20	3.27-3.13
T3 V S/B	3.20	3.24-3.16
T3 A	2.88	2.96-2.78
T3 A S/B	3.14	3.22-3.06
T3 M	3.23	3.37-3.09
T3 M S/B	2.80	2.99-2.61
T4 V	3.35	3.44-3.26
T4 V S/B	2.70	2.75-2.65
T4 A	3.33	3.45-3.21
T4 A S/B	3.24	3.31-3.17
T4 M	3.44	3.59-3.29
T4 M S/B	3.00	3.40-2.60

(*control evaluado por apreciación visual en plantas con brotes marcadas diferencialmente según grado de maduración de panoja (escala 1 a 4).

Confirmando lo que se comentara anteriormente, en relación a la independencia de los efectos "brotación" y grado de maduración puede observarse que en los tratamientos de cosecha las plantas con panojas verdes se secaron, igualando incluso en ambos 2 y 4 lts. comercial a las plantas con panojas marrones. Este efecto se dio a pesar de que solo transcurrieron 11 días de la aplicación y además no ocurrió en el tratamiento testigo, en el cual las plantas con panojas verdes fueron las que se presentaron con menores valores de secado en comparación con las plantas con panojas amarillas y las plantas con panojas marrones, las que a su vez no presentaron diferencias entre sí.

El análisis diferencial de las plantas según estado de maduración sugiere entonces un efecto de una determinante fisiológica actuando en las aplicaciones a cosecha. Este efecto de los tratamientos a cosecha podría estar explicado en primer lugar por el estado fisiológico de las plantas ya que se presenta en las plantas con brotes. En segundo lugar la explicación podría estar dada por el hecho de que las plantas presenten estado de maduración diferencial a cosecha lo que permitiría a las plantas con panojas verdes una mayor translocación. Esta mayor translocación permitiría una mayor movilidad del herbicida en la planta ocasionando una velocidad de secado mayor en plantas con mayor actividad, en este caso las plantas con panojas verdes a cosecha.

De los resultados expuestos surgen las ventajas de la utilización de las aplicaciones precosecha cuando se pretenda secar rápidamente plantas de sorgo, como pueden ser las situaciones en las que se pretenda continuar con un cultivo de invierno. Como se analizara, esto es particularmente cierto cuando exista poca brotación en las plantas de sorgo. Es en estos casos en los que ocurre la mayor variación en el secado de las plantas, mientras en el testigo las plantas sin brote (grado de control por apreciación visual=1.85) se encontraban prácticamente verdes, en los tratamientos de precosecha e independientemente de la dosis todas se secaron.

En caso de no poderse realizar las aplicaciones en pre cosecha y encontrarse al momento de la misma con un cultivo con muchas plantas brotadas y con panojas verdes, sería importante y máxime ante la eventualidad de la realización de un cultivo de invierno tener en cuenta la posibilidad de una aplicación de glifosato de mínima

dosis al momento de la misma, con el objetivo de secar el rastrojo. La ventaja adicional de la aplicación en este momento y con este herbicida es la translocación del mismo hacia órganos subterráneos pudiéndose evitar de esta forma la perennización del sorgo, ventaja que no llegó a ser comprobada, hecho frecuente que perjudica al posterior cultivo. Otra ventaja podría ser que al haberse cosechado el cultivo se realizaría una aplicación terrestre.

5. CONCLUSIONES

El glifosato a las dosis de 720 g ia ha⁻¹ y de 1440 g ia ha⁻¹ aplicado en precosecha disminuyó la humedad de grano promedio a cosecha. Este efecto del tratamiento precosecha, fue igualmente significativo en granos provenientes de panojas verdes, amarillas y marrones al momento de la aplicación.

El porcentaje de granos partidos fue significativamente menor cuando se aplicó glifosato precosecha con independencia de la dosis ensayada.

Las pérdidas de granos fueron elevadas y no se detectaron efectos claros del tratamiento herbicida precosecha.

No se detectaron diferencias significativas en peso de 1000 granos entre el testigo y el tratamiento de mínima dosis, tratamientos que presentaron los mayores registros.

El secado de las plantas de sorgo fue acelerado por los tratamientos con glifosato siendo más efectiva la aplicación precosecha que la realizada a cosecha.

Aunque en el tratamiento precosecha no se detectaron diferencias entre las distintas dosis para esta variable, en el tratamiento de cosecha existieron diferencias según dosis para los diferentes tipos de panojas.

Las plantas con brotes al momento de la aplicación se secaron más rápidamente que las que no presentaban brotes.

6. RESUMEN

La cosecha de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), la mayoría de las veces ya entrado el otoño, suele ser un problema debido a los altos contenidos de humedad en grano. Se suma a esta dificultad al momento de la cosecha el problema de la perennización del mencionado cultivo, produciendo rebrotes a partir de órganos subterráneos del rastrojo. Estos rebrotes se hacen especialmente problemáticos en los casos en que se realiza un posterior cultivo de invierno en siembra directa sobre el rastrojo del sorgo cosechado. El objetivo de este experimento fue evaluar el efecto de aplicaciones de glifosato en la calidad del grano cosechado y en el control de brotaciones del rastrojo. Para esto fueron realizadas aplicaciones aéreas en precosecha y terrestres a cosecha de glifosato a dosis en ambos casos de 720 y 1440 g i.a ha⁻¹.

Al momento de la cosecha automotriz, 17 días después de la aplicación precosecha se evaluaron los % de humedad en grano constatándose un efecto de tal aplicación sin haberse detectado un efecto significativo entre dosis. Estos resultados se repitieron al hacer igual determinación, a los 16 días de la aplicación en las parcelas cosechadas manualmente. Iguales efectos se constataron al realizar la misma determinación a los 16 días de la aplicación a precosecha, en las parcelas cosechadas manualmente.

También hubo un efecto significativo en el % de granos partidos, habiendo resultado más bajos estos valores en las parcelas que recibieron aplicación.

En cuanto a los % de pérdidas a la cosecha, fueron altos en todos los casos no percibiéndose efecto claro de la aplicación herbicida en las pérdidas totales

Se constató un mayor peso de 1000 granos en el tratamiento testigo y en el de menor dosis de glifosato (720 g i.a ha⁻¹), correspondiendo el mínimo valor al tratamiento de mayor dosis (1440 g i.a ha⁻¹).

En lo concerniente al secado de las plantas de sorgo evaluado a los 27 días después de la aplicación a precosecha y 11 días después de la aplicación a cosecha se constataron efectos de control con todos los tratamientos de glifosato, siendo mayor la eficiencia de las aplicaciones en precosecha. En los tratamientos a

cosecha se detectó un efecto de secado diferencial de la dosis al comparar 2 y 4 L de producto comercial, resultando más eficiente la mayor dosis en plantas con panojas amarillas y marrones. Al compararse los efectos de la aplicación las plantas con brotes y las plantas sin brotes, en todos los casos, incluyendo al testigo, se obtuvieron más altos niveles de secado para las primeras. Los mayores valores de secado para las plantas con brote fueron obtenidos en el tratamiento a cosecha de más alta dosis, seguido por el de más baja dosis y por último el testigo. En este tratamiento pero para ambas dosis las plantas con panojas verdes se secaron igualando incluso a las plantas con panojas marrones.

Del experimento surgieron las ventajas de la utilización de las aplicaciones precosecha cuando se pretenda secar sorgo rápidamente.

7. BIBLIOGRAFIA

1. ALCANTARA, E.N.; WYSE, D.N. 1988. Glyphosate as harvest aid for corn. *Weed Technology*. 2 (4): 410-413.
2. BAUR, J.R. et al. 1977. Effects of preharvest desiccation with glyphosate on grain sorghum seed. *Agronomy Journal*. 69 (6): 1015-1018.
3. BENNETT, W.F.; TUCKER, B. 1986. *Producción Moderna de Sorgo Granífero*. Buenos Aires, Hemisferio Sur. 127 p.
4. BOVEY, R.W.; McCARTY, M.K. 1965. Effect of Preharvest desiccation on Grain Sorghum. *Crop Science*. 5 (6): 523-525.
5. BOVEY, R.W.; MILLER, F. R. 1968. Desiccation and defoliation of plants of different herbicides and mixtures. *Agronomy Journal*. 60 (6): 700-702.
6. BOVEY, R.W. et al. 1975. Preharvest desiccation of Grain Sorghum with Glyphosate. *Agronomy Journal*. 67 (5): 618-621.
7. CARRASCO, P. *Sorgo granífero*. Paysandú Facultad de Agronomía. Cátedra de Cereales y Cultivos Industriales. 156p.
8. CLARKE, J.M. 1982. Effect of diquat, paraquat and glyphosate in pre harvest drying of wheat. *Canadian Journal of Plant Science*. 61 (6): 909-913.
9. DARWENT, A.L. et al. 1994. Effect of preharvest applications of glyphosate on the drying, yield and quality of wheat. *Canadian Journal of Plant Science*. 74 (2): 221-230.
10. DONNELLY, K.J. et al. 1977. Desiccation of grain sorghum by foliar application of nitrogen solution. *Agronomy Journal*. 69 (1): 33-36.
11. GIGAX, R. D.; BURNSIDE, O. C. 1976. Chemical desiccation of Grain Sorghum. *Agronomy Journal*. 68 (4): 645-649.
12. GROSSBARD, E.; ATKINSON, D. 1985. *The herbicide glyphosate*. Londres. Butterworth y Co. 490p.

13. KOGAN, M. 1993. Manejo de malezas en plantaciones frutales. Colección en agricultura. Santiago. Chile. Pontificia Universidad Católica. Facultad de Agronomía. Departamento de Ciencias Vegetales. 277p.
14. LAPORTA, R.; PASTORE, F. 1982. Evaluación y medición de pérdidas en precosecha y cosecha en el cultivo de sorgo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 109 p.
15. MARTINO, D. M. 1995. El herbicida Glifosato: su manejo más allá de la dosis por hectárea. INIA (Uruguay). Serie Técnica No.61.
16. MILLHOLLON, R.W.; LEGENDRE, B.L. 1996. Sugarcane yield as affected by annual glyphosate ripener treatments. American Society of Sugar Cane Technologists. 16: 7-16.
17. O'KEEFFE, M.G.; MAKEPEACE, R.J. 1985. Efficacy of glyphosate in arable situations. In Grossbard, E. and Atkinson, D. eds. The herbicide glyphosate. Butterworths, Toronto. p.418-434.
18. SHEPHARD, H.L.; NAYLOR, R.E. 1996. Effect of the seed coat on water uptake and electrolyte leakage of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) seeds. Annals of Applied Biology. 129 (1): 125-136.
19. SHEPHARD, H.L. et al. 1996. The influence of seed maturity at harvest and drying method on the embryo, alpha amylase activity and seed vigour in sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). Seed Science and Technology. 24 (2): 245- 259.
20. WALL, Joseph S.; ROSS, William M. 1975. Producción y usos del sorgo. Buenos Aires, Editorial Hemisferio Sur. 399 p.
21. WESTERMAN, R.B.; GERIK, T.J. 1989. Relationship between postharvest management of grain sorghum and phymatotrichum root rot in the subsequent cotton crop. Plant Disease. 73 (4): 304-305.