DEPARTAMENTO TÉCNICO 030 HERNANDEZ LOPEZ FERNANDO
Cll 1F No 29B-45 Bogotá Celular 313-8312835
Email: hernandezlopez@gmail.com

EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DEL HERBICIDA TEMBOTRI SC (Tembotrione 420 g/l) PARA EL CONTROL DE MALEZAS EN CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays*)

Producto:
TEMBOTRI SC
(Tembotrione 420 g/l)

Protocolo Guía empleado:
"MANUAL TECNICO ANDINO PARA EL REGISTRO Y CONTROL DE PLAGUICIDAS QUIMICOS DE USO AGRICOLA – ANEXO 6"

Empresa titular del producto:
CAC Colombia Cropsciences SAS

Departamento Técnico:
Departamento Técnico Hernández López Fernando No 030

Julio, 2023

DEPARTAMENTO TÉCNICO 030 HERNANDEZ LOPEZ FERNANDO
Cll 1F No 29B-45 Bogotá Celular 313-8312835
Email: hernandezlopez@gmail.com

1. Condiciones experimentales

Las pruebas se desarrollarán en dos localidades representativas del cultivo de maíz (*Zea mays*) con antecedentes de presencia del blanco biológico. La localización exacta de las pruebas se informará con la debida antelación a las oficinas correspondientes del ICA.

1.1. Objetivos del ensayo

- Evaluar la eficacia del herbicida, TEMBOTRI SC en el control de malezas en el cultivo de maíz.
- Establecer la posible fitotoxicidad en la aplicación del herbicida TEMBOTRI SC en el cultivo de maíz.
- Determinar la dosis más apropiada del herbicida TEMBOTRI SC para lograr un control efectivo de malezas.

1.2. Selección del cultivo y cultivar

- Cultivo: Maíz
- Familia: Poaceae
- Especie: *Zea mays*
  Puede ser usado en maíz para grano o ensilaje.
  Evitar en maíz híbrido dulce o maíz para reproducción.

1.3. Identificación del blanco biológico.

Malezas de hoja ancha y gramíneas anuales. Este ingrediente activo ha sido reportado en el control de las siguientes malezas: *Digitaria sanguinalis*, *Echinochloa* sp, *Lolium* sp, *Poa annua*, *Sorghum halepense*, *Amaranthus* sp, *Taraxacum officinale, , Solanum nigrum, Brassica napus, Polygonum* sp, *Portulaca oleracea*, *Helianthus annuus.*

1.4.1 Biología del blanco biológico

La composición de malezas que se presenta en la mayoría de los cultivos de maíz es muy complejo y diverso, pero se destacan por su distribución, importancia y por su agresividad, especialmente en las etapas iniciales de desarrollo del cultivo; estas también se presentan en poblaciones muy marcadas de acuerdo con la región geográfica y agroclimática en la que se encuentran, dentro de las más limitantes.

Las malezas constituyen un factor limitante en la producción de cultivos y su control representa un gran porcentaje de los costos de producción, ya que éstas compiten con los cultivos por luz, agua, nutrientes y espacio. Las malezas presentan características especiales que les proporcionan su gran poder invasor y persistencia, como alta capacidad reproductiva, gran poder de adaptación, latencia de

las semillas, excelente poder de germinación, desarrollo veloz y producción de inhibidores del desarrollo de otras plantas.

Las malezas de más común ocurrencia en maíz en las zonas donde se realizará la prueba de eficacia son:

Hoja angosta:

- *Echinochloa Colona*: Es una especie anual. Se multiplica por semillas. Un individuo puede producir varios miles de semillas. Las primeras semillas germinan y esas plantas llegan a la madurez 45 días después. La fructificación se prolonga hasta la desecación de la planta al inicio de la época seca, cuando el suelo se seca mucho. En los lotes temporalmente inundados, la germinación inicia con el ´drenado del lote. El desarrollo de la planta se desarrolla mientras que el suelo esté húmedo.
- *Eleusine indica:* E. indica es una especie anual. Se multiplica únicamente por semillas. Un individuo produce en promedio 40 000 semillas. E. indica es capaz de germinar y desarrollarse durante todo el año, si la humedad del suelo lo permite. La emergencia comienza con las primeras lluvias de mayo. Las operaciones culturales tales como la escarda y la aporca se traducen en nuevas germinaciones si bien menos abundantes. La floración y fructificación no dependen del fotoperiodo mientras que la duración del día este entre 6 y 14 horas. La floración ocurre rápidamente, 3 a 4 semanas luego de la emergencia. Esta rapidez en su ciclo le permite a esta especie producir semillas antes de la primera escarda, sobre todo de aquellas tardías. Las semillas producidas en esta época no son latentes y pueden germinar de inmediato. Por lo general, esta especie se deseca al final de la estación de lluvias, luego de un ciclo de 3 a 4 meses.
- *Sorghum halepense:* Especie perenne con extensos rizomas horizontales. Se reproduce por semillas y vegetativamente por rizomas. Sus semillas son dispersadas por el agua de riego, viento, aves y equipo contaminado; además soporta pasar por el tracto digestivo del ganado. Es hospedera alterna de *Botryosphaeria* sp. *y Puccinia purpurea*, de mosaico en caña, mosaico enano del maíz, amarillamiento en la remolacha y rayado del trigo.
- *Digitaria Sanguinalis:* Es una maleza, pasto herbáceo anual, común en terrenos cultivados, bordes de carretera y potreros. Se reproduce por semillas, y por tallos, los cuales por ser modificados reciben los nombres de estolones y rizomas.

De hoja ancha:

- *Phartenyum hysterophorus:* Es una planta anual de hasta 1.5m de alto. Se reproduce por semilla. Contiene compuestos fenólicos con efectos alelopáticos que inhiben la germinación de una amplia variedad de cultivos y vegetación natural.
- *Amaranthus dubius:* Es una planta monoica, anual. Presenta reproducción por semillas. Su ciclo lo lleva a cabo entre marzo y diciembre, se encuentra en estado vegetativo de marzo a septiembre, florece de mayo a octubre y fructifica de julio a diciembre. La época desfavorable la pasa en forma de semilla.

- *Ipomea purpurea:* Planta herbácea, rastrera trepadora. ojas alternas, trilobadas, pubescentes, ovadas o redondeadas, con peciolo largo. Flores solitarias o en inflorescencias axilares, con forma de embudo. Frutos: Cápsula trivalvada, con ocho semillas.
- *Portulaca oleracea:* Arvense ruderal. Que se distribuye en suelos arenosos y arcillosos. Se propaga por semillas, El fruto es una cápsula de 5 a 9 mm de largo; semillas circulares, rara vez triangulares, comprimidas, color café o negro, granular-tuberculadas, de casi 1 mm de ancho. Es hospedero alternante de hongos (royas).
- *Emilia sonchifolia*: Anual, herbácea, erecta, de 10 a 40 cm de altura y soporta baja luminosidad en su fase inicial de desarrollo. Se distribuye desde el clima cálido hasta el medio; presenta uncido entre la germinación y fructificación de 150 a 360 días.

4.1.2. Condiciones del experimento

El experimento se realizará a campo abierto, que es el sistema utilizado para el cultivo de maíz. Las parcelas serán seleccionadas, en cada finca, de común acuerdo con el agricultor, en un área del cultivo que permita mantener en aislamiento el ensayo, evitando el acceso al sitio de personas no autorizadas. Se escogerá un sitio homogéneo, preferiblemente libre de obstáculos, ubicado en un cultivo comercial. Se registrarán las condiciones agronómicas en las que se conduce el cultivo.

1.3.1. Ubicación geográfica y características agroecológicas

Las dos fincas seleccionadas serán representativas de las condiciones técnicas del cultivo, y estarán ubicadas en el departamento del Tolima, Cundinamarca y/o Valle del cauca. La ubicación definitiva de la prueba será notificada a la Dirección Técnica de Inocuidad e Insumos Agrícolas del ICA en Bogotá, para los efectos correspondientes.

1.3.2. Diseño del experimento

Se llevará a cabo un diseño de Bloques completamente al azar. Que consta de 4 bloques y 5 tratamientos. A los datos registrados se les comprobarán los supuestos de normalidad e igualdad de varianzas. De acuerdo con los resultados anteriores se realizará un Análisis de Varianza (ANAVA) y pruebas de comparaciones de medias. En caso de que los datos no cumplan con los supuestos de normalidad se realizara la transformación de estos y el correspondiente análisis estadístico comparativo.

$$Y_{ij} = \mu + R_i + T_j + \in_{ij}$$

$i = 1 \ldots r$ (Repetición Bloque)

$j = 1 \ldots t$ (tratamiento)

Y_{ij} = variable aleatoria observable

μ = efecto de media general

Ri = efecto de la iesima repetición (Bloque)

T j = efecto del j esimo tratamiento.
$\in$ij ~ N (0 σ^2)

Ho : T1 = T2 = T3 = T4 = T5
Hi : T1 ≠ T2 ≠ T3 ≠ T4 ≠ T5

1.3.3. Tamaño de la parcela

En cada parcela se ubicarán los tratamientos. Cada Unidad Experimental (parcela) consistirá en un área de cultivo de 30 m^2, para un total de área de 600 m^2.

1.1.1. Número de repeticiones

Cada ensayo tendrá 4 bloques experimentales. La distribución definitiva de las parcelas en el montaje de los ensayos seguirá lo visto en la figura 1, excepto cuando las condiciones encontradas en la finca limiten tal distribución, la cual podrá modificarse, pero manteniendo el arreglo en bloques completos al azar.

BLOQUE 1	BLOQUE 2	BLOQUE 3	BLOQUE 4
T1	T3	T3	T1
T4	T2	T5	T3
T5	T1	T4	T2
T2	T4	T1	T5
T3	T5	T2	T4

Figura 1. Distribución de las parcelas en campo

2. Aplicación de los tratamientos

2.1. Producto que se prueba

Nombre comercial:	TEMBOTRI SC
Formulación:	Suspensión concentrada (SC).
Ingredientes activos:	Tembotrione 420 SC
Tipo de producto:	Herbicida

Características del ingrediente activo.

TEMBOTRIONE

Concentración:	420 g/L
IUPAC	*2-{2-chloro-4-mesyl-3-[(2,2,2-trifluoroethoxy)methyl]benzoyl}cyclohexane-1,3-dione*

- Modo y mecanismo de acción: es un herbicida selectivo al cultivo de maíz, sistémico y de postemergencia. Su mecanismo de acción es inhibir la actividad de la enzima 4-hidroxifenil-piruvatodeoxigenasa (4-HPPD). La síntesis de los carotenoides es interrumpida por el bloqueo de esa enzima. Los carotenoides funcionan como disipadores de energía lumínica, para evitar la sobre oxidación de las clorofilas en el proceso de la fotosíntesis. Si su acción es interrumpida, se causará fotoinhibición, por lo que las clorofilas serán degradadas y se presentarán síntomas de quemadura y blanquecimiento de los tejidos.

2.2. Producto de referencia:

No existe ningún producto registrado ante el ICA, que pueda ser utilizado como testigo comercial.

2.3. Modo y frecuencia de aplicación

2.3.1. Tipo de aplicación

Aplicación terrestre, dirigida a las malezas o al suelo húmedo, garantizando un cubrimiento completo o la absorción del producto a través de las raíces. El cultivo se debe encontrar en condiciones óptimas para la aplicación, es decir, no contar con sintomatología de estrés biótico o abiótico. La aplicación de TEMBOTRI SC se contempla dentro de un programa de rotación de ingredientes activos, por lo cual, no deben realizarse aplicaciones posteriores con productos con el mismo ingrediente activo. Realizar la aplicación en horas de la mañana o de la tarde, para evitar corrientes de viento, que pueden ocasionar el arrastre del producto a cultivos vecinos. Se agrega la mitad del agua al tanque de preparación, de acuerdo con el volumen a preparar; se vierte el producto directamente al tanque según el tratamiento y mezclando bien mediante agitación. Se agrega la cantidad de agua restante, manteniendo una agitación constante.

2.3.2. Tipo Equipo de aplicación.

- Equipo: Bomba de espalda
- Boquilla: Abanico plano
- Presión: 30-40 psi
- Volumen de agua: 400 L/ha

Además, se seguirán las medidas de protección con los siguientes materiales:

- Equipo de protección para el aplicador (overol, careta, botas, guantes, respirador.
- Estacas, cinta métrica, piola, recipientes aforados.
- Elementos de medición para determinar la dosis por parcela o bloque.
- Instrumentos para medición de temperatura, humedad relativa.
- Anteojos para cuando se mezcle, cargue y aplique.

- Traje impermeable empleado para la fumigación.

Del área a fumigar:

- Desalojo del área a fumigar.
- Marcación del área a fumigar con letreros de "Prohibido el paso al área de fumigación".
- Marcación de cada tratamiento con sus respectivas etiquetas

2.3.3. Momento y frecuencia de aplicación

Se realizará una sola aplicación en postemergencia al cultivo, desde el desarrollo de la 2ª hoja hasta el desarrollo de la 6ª hoja del cultivo. Y cuando las malezas se encuentren entre 5 a 15 cm de altura. NO aplicar si el cultivo presenta estrés biótico o abiótico, ya que se podrían presentar síntomas de fitotoxicidad. NO aplicar antes ni después de siete días insecticidas organofosforados. Indicarle al agricultor que no debe sembrar los siguientes cultivos en al menos 45 días: Brocoli, calabaza, cebada, frijol, sorgo, tomate o trigo.

2.3.4. Dosis y volúmenes

Tabla 2. Tratamientos para evaluar.

TRATAMIENTO	PRODUCTO	INGREDIENTE ACTIVO	DOSIS (l/ha)
1	TEMBOTRI SC	Tembiotrione 420 g/l	0.2
2	TEMBOTRI SC	Tembiotrione 420 g/l	0.3
3	TEMBOTRI SC	Tembiotrione 420 g/l	0.4
4	TEMBOTRI SC	Tembiotrione 420 g/l	0.5
5	TESTIGO ABSOLUTO	-	-

3. Modo de evaluación, de registro de datos y mediciones

3.1. Datos meteorológicos del aire y de los suelos

Se registrarán las condiciones meteorológicas como lluvia, temperatura, humedad relativa, horas de sol, altitud, que puedan influir en la aplicación de los tratamientos, así como las condiciones de clima imperantes durante el desarrollo de los ensayos.

3.2. Método, momento y frecuencia de la evaluación

Se determinará el porcentaje de control del herbicida sobre las especies de malezas que emergieron en el lote, comparado con la parcela sin aplicación. Esto se hará mediante una evaluación visual, con ayuda de un recuadro de 25 x 25 cm, donde que evaluará el efecto del herbicida sobre las malezas, mediante la escala de eficacia de herbicidas de ALAM (Tabla 3). El recuadro será lanzado tres veces de forma aleatoria en cada parcela. Se harán 3

evaluaciones, la primera (1) antes de la aplicación para determinar las especies presentes en los cultivos y a los 7, 14 y 21 después de la aplicación (Galindo et al., 2015).

Tabla 3. Escala de eficacia de herbicidas de ALAM.

% CONTROL	DESCRIPCIÓN DEL DAÑO
0	Ningún daño. Ningún efecto, apariencia similar al testigo
10-19	Leve clorosis retardo en el crecimiento
20-29	Daño leve. Leve clorosis retardo en el crecimiento
30-39	Clorosis más pronunciada, manchas necróticas, malformaciones.
40	Clorosis intensa, necrosis y malformaciones más pronunciadas, la planta se recupera
50	Daño moderado. Los síntomas son más marcados; la planta se recupera, lo hace con dificultad.
60	La fitoxicidad se manifiesta; la planta por lo general no se desarrolla bien.
70	Severo daño. Pérdida de plantas
80	Daño severo. Significativa muerte de las plantas, pocas logran sobrevivir
90	Muerte casi total de las plantas
100	Muerte total. Destrucción de la planta

Fuente: Uso de la tecnología Clearfield en maíz para el manejo de Pappophorum papiferum en la región Noreste de Santiago del Estero. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria- Grupo de protección vegetal (Luna & Druetta, 2015).

3.2.1. Cálculo de la Eficacia

Tomando como base los resultados obtenidos en los análisis estadísticos, se determinará la eficacia del producto, determinando la mejor dosis arrojada.
El cálculo de la eficacia se realizará a través de la fórmula de Abbot (formula 1) y/o se tomará el porcentaje de control de malezas por especies principales, empleando la escala de eficacia de herbicidas, con base a la escala porcentual de ALAM (tabla 2),1974 (Colombia) y otros autores (Locattelly – USA, 1977).

$$Eficacia = \left(\frac{Cd - Td}{Cd}\right) * 100$$

Td = Infestación en parcela tratada después de aplicar el tratamiento
Cd = Infestación en parcela testigo después de aplicar el tratamiento

3.2.2. Efectos directos sobre el cultivo (fitotoxicidad).

La evaluación de fitotoxicidad se realizará mediante la aplicación del doble de la dosis más alta, es decir 1.0 L/ha, en una parcela de 8 m^2 contigua al ensayo. La evaluación se realizará de acuerdo con la escala de fitotoxicidad EWRS, registrada en la tabla 4.

Tabla 4. Escala de fitotoxicidad EWRS de la Comunidad Europea.

GRADO (%)	OBSERVACIÓN
1. (0-0,9)	Ausencia de síntomas
2. (1,0-3,4)	Daño muy ligero, amarillamiento
3. (3,5-6,9)	Daño ligero, pero claramente apreciable
4. (7,0-12,4)	Daños menores, clorosis, que no repercuten de forma negativa en el rendimiento
5. (12,5-19,9)	Daños medios, fuerte clorosis y/o atrofia, se espera que afecte el rendimiento
6. (20,0-29,9)	Daños elevados
7. (30,0-49,9)	Daños muy elevados
8. (50,0-99,9)	Daños severos
9. (100)	Muerte completa

Fuente: Manual Para Elaboración De Protocolos Para Ensayos De Eficacia Con PQUA (Galindo *et al.*, 2015).

3.3. Efectos sobre otros organismos no objetos de control y sobre especies benéficas

Durante las evaluaciones se tomará en cuenta el efecto sobre otras especies existentes en el mismo nicho ecológico o aquellas que tienen un efecto benéfico.
En caso de observarse algún efecto adverso causado por la aplicación del producto sobre dichas especies u organismos este se registrará en la planilla de datos de campo en la fecha correspondiente.

Bibliografía

- AGROSAVIA, 2022. Aspectos generales del cultivo de maíz para la producción panelera en Cundinamarca. Colección Alianzas Agrosavia.
- ANDI-ICA, 2015, Manual para elaboración de protocolos de ensayos de eficacia con PQUA.
- ICA, Principios de control de malezas en Colombia, manual de asistencia técnica no. 3. Bogotá – Colombia, 1981.
- PLM. Diccionario de especialidades agroquímicas. Edición 32, 2022
- ROSALES R. ENRIQUE, Clasificación y uso de los herbicidas por su modo de acción. México. 2006. www.senasica.gob.mx.
- Mondragón, J., Vibrans, H., Tenorio, P. (2004). Portulaca oleracea L. Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/portulacaceae/portulaca-oleracea/fichas/ficha.htm
- Semillas del valle S.A. (2021). Las plantas arvenses o malezas en cultivo de maíz. Disponible en: https://semillasvalle.com/site/blog/las-plantas-arvenses-o-malezas-en-cultivo-de-maiz/
- Labrada, R. (2014). Progresos en el manejo de Rottboellia cochinchinensis - Bernal E. Valverde. Disponible en: https://www.fao.org/3/y5031s/y5031s07.htm#bm07

- Perdomo, F., Mondragón, J. Vibrans, H. (2009). Sorghum halepense (L.) Pers. Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/poaceae/sorghum-halepense/fichas/ficha.htm
- Cordoba, O. (s.f).Arvences. Libro disponible en: https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/1638/45082_60912.pdf?seque