

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO  
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

“Trabajo Final presentado para optar al  
Grado de Ingeniero Agrónomo”

RESPUESTA DE CONTROL DE *EQUISETUM GIGANTEUM*  
L. A HERBICIDAS SELECTIVOS EN CULTIVO DE MAÍZ Y SU  
EFECTO EN EL RENDIMIENTO

Alumno: José Alejandro Mulko

DNI: 29.402.243

Director: Ing. Agr. Edgardo Zorza

Co-Director: Ing. Agr. Fernando Daita

Río Cuarto – Córdoba – Argentina

2007

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO  
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA**

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN**

Título del Trabajo Final: **Respuesta de control de *Equisetum giganteum* L. a herbicidas selectivos  
en cultivo de maíz y su efecto en el rendimiento**

Autor: **José Alejandro Mulko**  
DNI: 29402243

Director: **Edgardo Zorza**

Co-Director: **Fernando Daita**

Aprobado y corregido de acuerdo con las sugerencias del Jurado Evaluador:

---

**César Bianco**

---

**Claudio Oddino**

---

**Carlos Castillo**

Fecha de Presentación: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

Aprobado por Secretaría Académica: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

---

**Secretario Académico**

## **AGRADECIMIENTOS**

- A los profesores Fernando Daita y Edgardo Zorza por brindarme su ayuda, orientación, paciencia y dedicación en la elaboración del presente trabajo final.
- A mi familia por su apoyo incondicional durante mi paso por la universidad.
- A mi novia Mariela por acompañarme en mi última etapa universitaria.
- A mi primo Matías, mis amigos y compañeros por su participación y apoyo.
- A todas las personas que contribuyeron de diferentes maneras al logro de este proyecto.

## ÍNDICE

I. RESUMEN.....	VII
II. SUMMARY.....	VIII
III. INTRODUCCIÓN - ANTECEDENTES.....	1
Hipótesis.....	3
Objetivos.....	3
IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	4
V. RESULTADOS.....	6
1. Balance hidrológico.....	6
2. Síntomas herbicidas.....	6
3. Números de rebrotes de <i>E. giganteum</i> .....	7
4. Biomasa aérea de <i>E. giganteum</i> .....	7
5. Biomasa de rizomas de <i>E. giganteum</i> .....	8
6. Altura de tallos de <i>E. giganteum</i> .....	8
7. Presencia de estróbilos de <i>E. giganteum</i> .....	9
8. Biomasa del cultivo de maíz.....	9
9. Rendimiento del cultivo de maíz.....	9
VI. DISCUSIÓN.....	10
VII. CONCLUSIONES.....	12
VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	13
IX. ANEXO.....	16

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1:</b> Balance hidrológico para Río Cuarto (Córdoba). Noviembre 2003- Julio 2004.....	6
--	---

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Tabla 1.</b> Síntomas herbicidas en <i>E. giganteum</i> , a los 7, 14 y 21 días de la aplicación (DDA).....	6
<b>Tabla 2.</b> Número de rebrotes de <i>E. giganteum</i> en los estados de seis hojas y madurez fisiológica del cultivo.....	7
<b>Tabla 3.</b> Biomasa aérea y tasa de crecimiento de <i>E. giganteum</i> en los estados de seis hojas (V6) y madurez fisiológica (MF) del cultivo de maíz.....	7
<b>Tabla 4.</b> Biomasa de rizomas de <i>E. giganteum</i> en los estados de seis hojas (V6) y madurez fisiológica (MF) del cultivo de maíz.....	8
<b>Tabla 5.</b> Altura mínima y máxima de tallos de <i>E. giganteum</i> en los estados de seis hojas y madurez fisiológica del cultivo.....	8
<b>Tabla 6.</b> Biomasa aérea del cultivo de maíz en los estadios de V6 y MF.....	9
<b>Tabla 7.</b> Producción en granos y componentes del rendimiento del cultivo de maíz.....	9

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Momento de aplicación de los tratamientos herbicidas.....	5
<b>Figura 2:</b> Primera evaluación de control en el estado de seis hojas del cultivo de maíz.....	5

## ÍNDICE DE ANEXO

<b>Figura 1:</b> <i>E. giganteum</i> en el estado de seis hojas del maíz.....	17
<b>Figura 2:</b> Madurez fisiológica del cultivo. <i>E. giganteum</i> en cabecera y entresurco.....	17
<b>Figura 3:</b> <i>E. giganteum</i> en soja en estado del floración.....	17
<b>Figura 4:</b> <i>E. giganteum</i> en las borduras del lote con soja.....	18
<b>Figura 5:</b> Manchón de <i>E. giganteum</i> en madurez de cosecha del cultivo de soja.....	18
<b>Figura 6:</b> Detalle del manchón del <i>E. giganteum</i> en soja.....	18
<b>Figura 7:</b> Hojas y tallos de <i>E. giganteum</i> .....	19
<b>Figura 8:</b> Rizomas y rebrotes de <i>E. giganteum</i> .....	19
<b>Figura 9:</b> Rizoma de <i>E. giganteum</i> en el perfil del suelo.....	19

## I. RESUMEN

Como producto de la expansión de las fronteras agrícolas, son incorporadas nuevas tierras a la agricultura. En ellas, especies como *Equisetum giganteum* L. “cola de caballo” interfieren con los cultivos. La misma pertenece a la subdivisión Pteridófitas, familia Equisetáceas, posee rizomas, tallos huecos, erectos y hojas escamiformes. Con el fin de evaluar el control de “cola de caballo”, mediante la aplicación de herbicidas selectivos y postemergentes del cultivo de maíz y su efecto en el rendimiento del mismo, se realizó un ensayo a campo en la zona rural de Río Cuarto. Las variables analizadas en *E. giganteum* fueron: síntomas herbicidas, número de rebrotes por unidad de superficie, altura máxima y mínima de los tallos, biomasa aérea, biomasa de rizomas hasta 30cm de profundidad y la presencia de estróbilos. En maíz, se evaluó la producción de granos y componentes del rendimiento. El diseño experimental empleado fue de parcelas en bloques completamente aleatorizadas, con tres repeticiones. Los tratamientos utilizados fueron: 1- 2,4-D (sal dimetilamina al 50%) 723 cm<sup>3</sup>/ha; 2- Dicamba (57,7%) 196cm<sup>3</sup>/ha; 3- Atrazina (90%) 2,1 kg/ha; 4- Imazapic (52,5%) + Imazapir (17,5%) 128g/ha; 5- Imazapir (17,5%) + Imazetapir (52,5%) 123g/ha; 6- Testigo sucio (sin control); 7- Testigo limpio (limpieza manual). Los resultados mostraron un control no satisfactorio de *E. giganteum* con los herbicidas utilizados. Se observó en el mismo, en una leve epinastia en forma temporaria con el tratamiento a base de 2,4-D, disminución de la altura máxima en madurez fisiológica del maíz con imazapic + imazapir y disminución de la tasa de crecimiento de la biomasa aérea y de rizomas con atrazina entre el estado de seis hojas y madurez fisiológica del maíz. La especie en estudio no afectó el rendimiento del maíz ni sus componentes evaluados.

**Palabras claves:** *Equisetum giganteum*, Cola de caballo, Herbicidas, Maíz, Control.

## II. SUMMARY

### ***Equisetum's giganteum* L. “horsetail” response to herbicides used in the crops of maize**

As product of the expansion of the agricultural frontiers, new lands are incorporated to the agriculture. In those zones, species as *Equisetum giganteum* L. “horsetail” interfere with the crops. *Equisetum giganteum* “horsetail” belong to the Pteridophytae’s subdivision, Equisetaceae’s family, has rhizomes, hollow stems, erects, and escamiform leaves. For the purpose of evaluate the control of “horsetail”, by means of the application of selective and postemergent herbicides of the crops of maize and his effect in the yield of the same, a field test was made in the rural zone of Río Cuarto. The variables analyzed in *E. giganteum* were: herbicidal symptoms, number of new shoots for surface unit, maximum and minimum height of the stems, air biomass, biomass of rizomas up to 30 cm of depth and the presence of strobilus. In maize, there were evaluated the production of grains and components of the yield. The experimental design employed was of plots in blocks completely randomized, with three repetitions. The treatments used were: 1- 2,4-D (dimetilamine salt to 50%) 723 cm<sup>3</sup>/ha; 2-Dicamba (57,7%) 196cm<sup>3</sup>/ha; 3- Atrazine (90%) 2,1kg/ha; 4-Imazapyc (52,5 %) + Imazapyr (17,5%) 128g/ha; 5-Imazapyr (17,5%) + Imazethapyr (52,5%) 123g/ha; 6-Dirty witness (without control); 7-Clean witness (manual cleanliness). The results showed a not satisfactory control of *E. giganteum* with the used herbicides. It was observed in it a slight epinasty in temporary form with the treatment based in 2,4-D, a decrease of the maximum height in physiological maturity of the maize with imazapyc + imazapyr and a decrease of the growth rate of the air biomass and of rhizomes with atrazine, between the state of six leaves and physiological maturity of the maize. The specie in study not affected the yield of the maize nor its evaluated components.

**Key Words:** *Equisetum giganteum*, Horsetail, Herbicide, Maize, Control.

### III. INTRODUCCIÓN – ANTECEDENTES

En estos últimos años la agricultura expandió sus fronteras a zonas marginales desplazando a la ganadería (AACREA, 2003). En estas zonas, los cultivos de soja y maíz, compiten con las especies adaptadas por agua, luz y nutrientes (Satorre *et al.*, 2003). Además, estas últimas dificultan la labor de cosecha y reducen el valor comercial de los productos, generando pérdidas económicas (Papa *et al.*, 1997; Satorre *et al.*, 2003).

La región de Río Cuarto no es ajena a esta expansión, motivo por el cual se han incorporado llanuras aluviales próximas al río Cuarto para dichos cultivos. En las mismas, la especie *Equisetum giganteum* L. “cola de caballo” está adaptada e interfiere con los cultivos que en ellas se implantan. En lotes destinados al cultivo de soja y maíz, esta especie dificulta la preparación de las camas de siembra e interfiere en la cosecha de la soja (anexo figuras 5 y 6) por el sistema de recolección que la misma tiene (Papa *et al.*, 1997; <sup>1</sup>Beacon, 2003).

Esta especie pertenece a la subdivisión Pteridófitas (Criptógamas vasculares), orden Equisetales y a la familia Equisetáceas (Strasburger, 1994; Bianco *et al.*, 2002; Herbotecnia, 2003). Es una planta con rizomas que se sitúan a considerable profundidad (anexo figura 9). De los mismos nacen brotes de duración generalmente anual, los que permanecen erguidos o se ramifican en verticilos, alcanzando de uno a dos metros de altura, son tallos huecos, fistulosos, gruesos y erectos con marcada diferenciación en nudos y entrenudos. Las hojas son escamiformes, negras, en verticilos, reducidas a pecíolos soldados que forman una vaina membranacea (anexo figura 7). Dado el pequeño tamaño de las hojas que pronto pierden la clorofila, los tallos verdes se encargan de la asimilación. Las membranas externas de la epidermis del tallo se hallan fuertemente impregnadas de sílice. Los estomas se encuentran entre la epidermis, ordenados de a dos en dos en filas longitudinales y las células de cierre están completamente recubiertas por las células anexas (Parodi, 1959; Strasburger, 1994). Se reproduce a partir de rizomas y esporas. Los rizomas poseen raíces adventicias, dichas raíces son delicadas y fibrosas, produciendo un aparato radical muy poco desarrollado (Izco *et al.*, 1997) (anexo figura 8). Las esporas se encuentran en los esporangios (sacos) ubicados en el ápice de los tallos fértiles. Los esporangios se originan de los esporangióforos peldados (clipéolos). Los mismos se encuentran agrupados en varios verticilos alternantes en los extremos de los vástagos, donde constituyen, debido a un gran acortamiento de los entrenudos, agrupaciones de esporofilos (“flores”) en forma de estróbilo o cono (Strasburger, 1994; Izco *et al.*, 1997; Herbotecnia, 2003).

En Argentina esta especie se extiende desde el sur de la provincia de Buenos Aires hasta el norte del país (Zuloaga y Morrone, 1999).

---

<sup>1</sup> (Comunicación personal)

Todas las especies de *Equisetum* spp. han sido citadas como causantes de producir intoxicaciones en el ganado, fundamentalmente el bovino, provocándoles diarreas sanguinolentas, abortos y flacura. Ello se debe a la presencia de compuestos de sílice, a un alcaloide llamado *equisetina* y a una enzima que destruye la tiamina, la *tiaminasa* (Cantero y Bianco, 1988; Herbotecnia, 2003).

La “cola de caballo” es una especie tolerante al herbicida glifosato, requiriéndose dosis superiores a los 5 l/ha para su control (Fax, 1999). En general, todas las especies comprendidas dentro del género *Equisetum* son tolerantes al mismo (García Torres y Fernández Quintanilla, 1991; Monsanto, 2006; Sikkema, 2006). A nivel regional la especie no fue controlada con aplicaciones de este herbicida a dosis de 3 l/ha durante el barbecho y en el ciclo del cultivo de soja y con atrazina en dosis normal aplicada en preemergencia del cultivo de maíz (<sup>2</sup>Ing. Filiberti, 2003).

Al ser el herbicida glifosato el utilizado por excelencia durante los barbechos químicos y durante el ciclo del cultivo de soja (Papa *et al.*, 1997; Zorza *et al.*, 1997; Vitta *et al.*, 1999), la “cola de caballo” se torna un problema debido a la alta tolerancia al mismo.

La causa descrita, motiva realizar experiencias para el control de esta especie en el ciclo del maíz, principal cultivo utilizado en la rotación con soja en la zona sur de Córdoba (Telleria, 2002), debido a que en el mismo se usan otros productos herbicidas. En este cultivo, uno de los herbicidas tradicionalmente utilizado es la atrazina, e históricamente lo fueron el 2,4-D y el dicamba. La atrazina, del grupo de las triazinas, es un herbicida sistémico, residual y se absorbe principalmente por raíces y en menor proporción por el follaje (Mársico, 1980; CASAFE, 2005). El 2,4-D pertenece al grupo de los fenoxiacéticos y el dicamba es un derivado del ácido benzoico. Ambos son reguladores del crecimiento de acción sistémica, penetran a través de la epidermis del follaje y se translocan por el floema junto con las sustancias de síntesis hacia los meristemas apicales, controlan malezas dicotiledóneas anuales y algunas perennes (Mársico, 1980; García Torres y Fernández Quintanilla, 1991; Vitta *et al.*, 2004; CASAFE, 2005).

Actualmente la nueva tecnología empleada en el cultivo de maíz, posibilita el uso de herbicidas de la familia de las imidazolinonas (Armel *et al.*, 2003; Bond y Griffin, 2005) los cuales son de acción sistémica y residual, de uso pre/postemergente (BASF, 2004). Su mecanismo de acción consiste en inhibir la enzima acetolactato sintetasa (ALS) y a consecuencia de esta inhibición enzimática, decrecen los niveles de los aminoácidos valina, leucina e isoleucina (Stetter, 1994). Son absorbidos a través del follaje y raíces, y transportados a los puntos de crecimiento a través del floema y el xilema. Las especies susceptibles detienen su crecimiento y mueren 3 a 4 semanas después de la aplicación

---

<sup>2</sup> (Comunicación personal)

(BASF, 2004). Se caracterizan por controlar especies perennes (Grichar, 2002; Vitta *et al.*, 2004; CASAFE 2005) las cuales poseen órganos de reproducción asexual al igual que la “cola de caballo”.

En la revisión bibliográfica efectuada se encontró una sola referencia de control químico de *Equisetum giganteum*, mediante dosis altas de glifosato (Fax, 1999), siendo mayor la información disponible sobre el control de *Equisetum* spp. y *Equisetum arvense*. En este sentido, estudios realizados con herbicidas hormonales muestran control parcial de estas especies, particularmente cuando se utilizaron mezclas de herbicidas, como el 2,4-D y MCPA (Agroinformación, 2002), clopiralid y MCPA (Richardson y Bernard, 2004).

Sikkema (2006) observó respuesta parcial de control de *Equisetum* spp., mediante el uso de atrazina en mezclas con otros herbicidas postemergentes y aceite. También obtuvo respuesta satisfactoria sobre *E. arvense* en mezclas que incluyen sulfonilureas, cuyo modo de acción es igual a las imidazolinonas, actuando a nivel de la ALS.

En función de los antecedentes, se consideró adecuado realizar un estudio exploratorio a campo para evaluar la respuesta de *Equisetum giganteum* a tratamientos químicos con herbicidas selectivos para maíz y disponibles en el mercado local.

### **Hipótesis**

- Algunos de los herbicidas comúnmente utilizados en cultivo de maíz controlan a *Equisetum giganteum* “cola de caballo”.

### **Objetivo general**

- Evaluar el control de “cola de caballo” mediante la aplicación de herbicidas selectivos y postemergentes del cultivo de maíz y el efecto de los tratamientos en el rendimiento del mismo.

### **Objetivos específicos**

- Evaluar el control de “cola de caballo” a los estados de seis hojas y madurez fisiológica del cultivo a través de:

- síntomas herbicidas
- número de rebrotes por unidad de superficie
- altura máxima y mínima de los tallos
- biomasa aérea y biomasa de rizomas hasta 30cm de profundidad
- presencia de estróbilos a madurez fisiológica del cultivo

- Evaluar la producción de granos y componentes del rendimiento del maíz en los diferentes tratamientos ensayados.

## IV. MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en la zona rural de Espinillo, a 20km de la localidad de Río Cuarto. El suelo tiene en el horizonte superficial un contenido de materia orgánica de 3,6% y un pH de 7,4. La napa freática en este suelo se encuentra a una profundidad aproximada de 1,5m por estar próximo a las márgenes del río Cuarto.

En la campaña agrícola 2003/2004 se sembró maíz sobre un rastrojo de soja, siendo el híbrido empleado M-10 IMI (tolerante a las imidazolinonas). Para la preparación de la cama de siembra se realizaron dos pasadas de rastra de disco doble acción, la última más rolo. El maíz se sembró el 6 diciembre de 2003, con una sembradora de grano grueso y a una distancia entre hileras de 0,70m, logrando un stand de 65000 plantas/ha. Se fertilizó a la siembra con 80kg/ha de fosfato diamónico.

El diseño experimental empleado fue el de parcelas en bloques completamente aleatorizadas, con tres repeticiones. El tamaño de las parcelas fue de 42m<sup>2</sup> (3,5m de ancho x 12m de largo).

Los tratamientos ensayados fueron:

- 1- 2,4-D (sal dimetilamina al 50 %) 723 cm<sup>3</sup>/ha
- 2- Dicamba (57,71 %) 196 cm<sup>3</sup>/ha
- 3- Atrazina (90 %) 2,1 kg/ha
- 4- Imazapic (52,5 %) + Imazapir (17,5 %) 128 g/ha
- 5- Imazapir (17,5 %) + Imazetapir (52,5 %) 123 g/ha
- 6- Testigo sucio (sin control)
- 7- Testigo limpio (limpieza manual).

Los herbicidas se aplicaron al estado de V5 - V6 del cultivo y 30 a 60cm de altura de *E. giganteum*, mediante un pulverizador para parcelas provisto de una fuente de presión de dióxido de carbono. El ancho del botalón fue de 3,5m y la distancia entre pastillas de 0,5m entre sí. Se utilizaron pastillas turbo-drops 8002 a una presión de 2,9 bares y una velocidad de 3,8km/h, asperjándose un volumen de 237 litros/ha.

### Observaciones y Mediciones

#### Del Clima:

- Se calculó el balance hidrológico del año 2003-2004 por medio del programa Baluba, el cual utiliza el método de Thornthwaite-Mather y Sierra. (Hurtado *et al.* 2002)

#### De la maleza:

- Se evaluaron visualmente la presencia de síntomas herbicidas provocados por los tratamientos en “cola de caballo” a los 7, 14 y 21 días de la aplicación.

- Se determinó el número de plantas y la altura máxima y mínima de los tallos en 3 muestras de 0,25m<sup>2</sup> por tratamiento y repetición, a los estados de seis hojas y madurez fisiológica del maíz.
- Se determinó la biomasa aérea y de rizomas hasta los 30cm de profundidad, en 3 muestras de 0,25m<sup>2</sup> por tratamiento y repetición, a los estados de seis hojas y madurez fisiológica del maíz. Las muestras extraídas se secaron a estufa a 110°C durante 72hs. y luego se pesaron con balanza electrónica.
- A madurez fisiológica del cultivo se evaluó visualmente la presencia de estróbilos de “cola de caballo” en cada tratamiento y repetición.

### **Del cultivo:**

- Se determinó la biomasa aérea a los estados de seis hojas (V6) (figura 2) y madurez fisiológica (MF) (anexo figura 2). Para ello se tomaron dos muestras de 1m lineal de surco por tratamiento y repetición. Las muestras se secaron a estufa a 110°C durante 72 hs. y luego se pesaron en balanza electrónica.
- A madurez de cosecha del cultivo se determinó el número de plantas, número de espigas y rendimiento en granos por unidad de superficie. Para ello, en una muestra de 7,15m lineal de surco, por tratamiento y repetición, se contaron las plantas, las espigas y se cosecharon éstas últimas en forma manual y posteriormente se trillaron con trilladora estática. La producción de grano fue pesada y corregido su peso a 14% de humedad.

Los valores de las variables consideradas fueron sometidas a ANAVA y las medias se compararon según test de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ), utilizando el programa estadístico Infostat (2002).



Figura 1: Momento de aplicación de los tratamientos herbicidas.

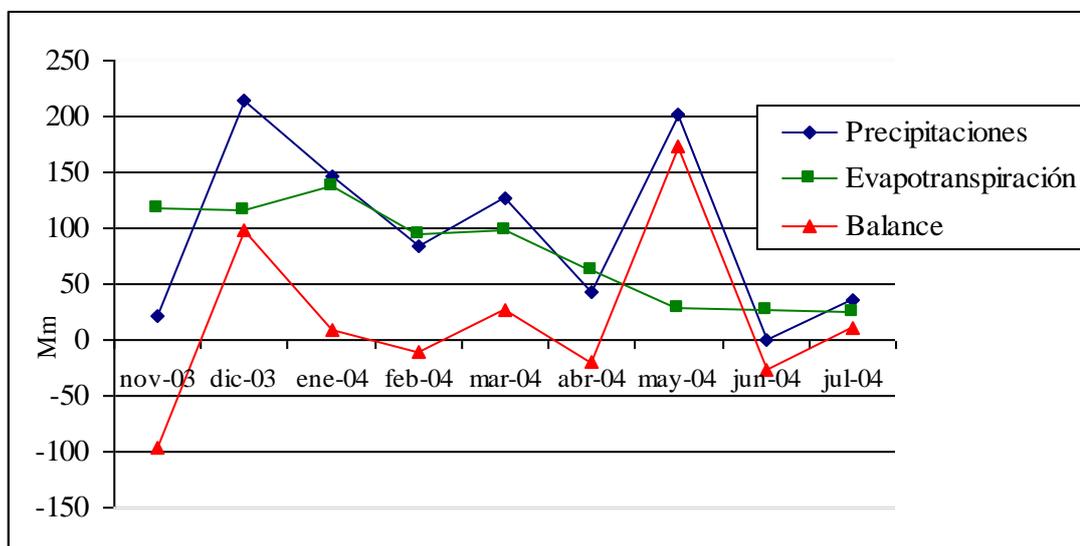


Figura 2: Primera evaluación de control en el estado de seis hojas del cultivo de maíz.

## V. RESULTADOS

### 1. Balance Hidrológico

**Gráfico 1: Balance hidrológico para Río Cuarto (Córdoba). Noviembre 2003- Julio 2004**



A partir de diciembre, fecha de siembra del cultivo, el balance fue positivo prácticamente durante todo el ciclo del maíz, solo se registró un pequeño déficit hídrico en los meses de febrero y abril (gráfico 1).

### 2. Síntomas herbicidas

**Tabla 1. Síntomas herbicidas en *E. giganteum*, a los 7, 14 y 21 días de la aplicación (DDA)**

Tratamientos	DDA		
	7	14	21
T 1	-	Síntomas herbicidas	Síntomas herbicidas
T 2	-	-	-
T 3	-	-	-
T 4	-	-	-
T 5	-	-	-

Solo se observaron síntomas herbicidas a los 14 y 21 DDA en el tratamiento con 2,4-D. Los mismos consistieron en una epinastia, la que a posteriori se transformó en una leve necrosis.

### 3. Número de rebrotes de *E. giganteum*

**Tabla 2. Número de rebrotes de *E. giganteum* en los estados de seis hojas y madurez fisiológica del cultivo**

Tratamientos	V6	MF
Tratamiento 1	44,00 (a)	48,88 (a)
Tratamiento 2	39,56 (a)	41,76 (a)
Tratamiento 3	41,76 (a)	44,44 (a)
Tratamiento 4	44,00 (a)	48,00 (a)
Tratamiento 5	36,88 (a)	40,00 (a)
Tratamiento 6	36,88 (a)	37,76 (a)

Letras iguales en la misma columna indica que no hubo diferencias significativas entre tratamientos. ( $p <= 0,05$ ).

No se encontraron diferencias significativas en el número de rebrotes de “cola de caballo” entre los diferentes tratamientos en ambos estados del cultivo.

### 4. Biomasa aérea de *E. giganteum*

**Tabla 3. Biomasa aérea y tasa de crecimiento de *E. giganteum* en los estados de seis hojas (V6) y madurez fisiológica (MF) del cultivo de maíz**

Tratamientos	V6 (g/m <sup>2</sup> )	MF (g/m <sup>2</sup> )	Tasa de crecimiento (g/día)
T 1	157,56 (a)	250,08 (a)	0,81 (ab)
T 2	125,76 (a)	346,08 (a)	1,99 (b)
T 3	167,36 (a)	244,84 (a)	0,71 (a)
T 4	147,48 (a)	288,72 (a)	1,24 (ab)
T 5	124,96 (a)	218,32 (a)	0,82 (ab)
T 6	140,16 (a)	257,04 (a)	1,03 (ab)

Letras iguales en la misma columna indica que no hubo diferencias significativas entre tratamientos. ( $p <= 0,05$ ).

Se encontraron diferencias estadísticas significativas entre el tratamiento 3 (atrazina), en el cual “cola de caballo” manifestó la menor tasa de crecimiento entre V6 y MF del maíz, y el tratamiento 2 (dicamba) que mostró la mayor.

En ambos estados del cultivo, no se observaron diferencias significativas en la biomasa aérea de “cola de caballo”, entre los diferentes tratamientos ensayados. Cabe aclarar que la biomasa se duplicó entre V6 y MF (tabla 3), mientras que el número de rebrotes se mantuvo en valores similares a V6 (tabla 2).

## 5. Biomasa de rizomas de *E. giganteum*

**Tabla 4. Biomasa de rizomas de *E. giganteum* en los estados de seis hojas (V6) y madurez fisiológica (MF) del cultivo de maíz**

Tratamientos	V6 (g/m <sup>2</sup> )	MF (g/m <sup>2</sup> )	Tasa de crecimiento (g/día)
T 1	65,52 (a)	97,68 (a)	0,29 (ab)
T 2	49,36 (a)	109,36 (a)	0,55 (b)
T 3	67,88 (a)	80,08 (a)	0,12 (a)
T 4	66,88 (a)	114,76 (a)	0,43 (ab)
T 5	56,88 (a)	80,04 (a)	0,21 (ab)
T 6	43,32 (a)	81,24 (a)	0,35 (ab)

Letras iguales en la misma columna indica que no hubo diferencias significativas entre tratamientos. ( $p \leq 0,05$ ).

Se encontraron diferencias significativas entre del tratamiento 3 (atrazina), que registró la menor la tasa del crecimiento de la biomasa de rizomas, y el tratamiento 2 (dicamba) que mostró la mayor.

No se produjeron diferencias significativas de biomasa de rizoma entre los diferentes tratamientos.

## 6. Altura de tallos de *E. giganteum*

**Tabla 5. Altura mínima y máxima de tallos de *E. giganteum* en los estados de seis hojas y madurez fisiológica del cultivo**

Tratamientos	Alt min V6 (cm)	Alt max V6 (cm)	Alt min MF (cm)	Alt max MF (cm)
T 1	33,33 (a)	75,00 (a)	86,11 (a)	178,89 (a)
T 2	33,89 (a)	76,67 (a)	83,33 (a)	164,44 (ab)
T 3	42,22 (a)	93,89 (a)	70,00 (a)	176,11 (a)
T 4	29,44 (a)	80,00 (a)	81,11 (a)	148,89 (b)
T 5	30,56 (a)	80,00 (a)	63,89 (a)	166,67 (ab)
T 6	47,78 (a)	90,00 (a)	88,33(a)	178,33 (a)

Letras iguales en la misma columna indica que no hubo diferencias significativas entre tratamientos. ( $p \leq 0,05$ ).

Se registraron diferencias estadísticamente significativas en la variable altura máxima de tallos de “cola de caballo” en el estado de madurez fisiológica (MF) del cultivo de maíz, del T 4 (imazapir + imazapic). En los demás tratamientos, tanto en la altura máxima y mínima en el estado V6 como en la altura mínima en el estado MF, no se registraron diferencias estadísticamente significativas.

## 7. Presencia de estróbilos de *E. giganteum*

No se observó la presencia de los mismos en los diferentes tratamientos.

## 8. Biomasa del cultivo de maíz

**Tabla 6. Biomasa aérea del cultivo de maíz en los estadios de V6 y MF**

Tratamientos	V6 (g/m <sup>2</sup> )	MF (g/m <sup>2</sup> )
T 1	186,07 (a)	2514,28 (a)
T 2	141,18 (a)	2435,71 (a)
T 3	146,08 (a)	2828,57 (a)
T 4	196,14 (a)	2378,57 (a)
T 5	160,84 (a)	2840,47 (a)
T 6	175,13 (a)	2823,81 (a)
T 7	152,93 (a)	2761,90 (a)

Letras iguales en la misma columna indica que no hubo diferencias significativas entre tratamientos. ( $p <= 0,05$ ).

No se observaron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos en ambos estadios. En V6 la biomasa del cultivo fue muy similar a la biomasa aérea de “cola de caballo” (tabla 3), pero en MF la biomasa del maíz fue prácticamente 10 veces superior.

## 9. Rendimiento del cultivo de maíz

**Tabla 7. Producción en granos y componentes del rendimiento del cultivo de maíz**

Tratamientos	Nº plantas/m <sup>2</sup>	Nº de espigas/10 m <sup>2</sup>	Peso de granos/espiga (kg)	Rendimiento (kg granos/10 m <sup>2</sup> )
T 1	6,43 (a)	48,00 (a)	0,159 (a)	7,648 (a)
T 2	6,55 (a)	47,20 (a)	0,165 (a)	7,804 (a)
T 3	7,02 (a)	53,32 (a)	0,186 (a)	9,938 (a)
T 4	5,71 (a)	54,00 (a)	0,180 (a)	9,750 (a)
T 5	5,95 (a)	49,32 (a)	0,176 (a)	8,672 (a)
T 6	6,43 (a)	50,66 (a)	0,166 (a)	8,412 (a)
T 7	6,19 (a)	52,66 (a)	0,172 (a)	9,054 (a)

Letras iguales en la misma columna indica que no hubo diferencias significativas entre tratamientos. ( $p <= 0,05$ ).

No se encontraron diferencias significativas en las variables analizadas entre los diferentes tratamientos. Los tratamientos testigos, T 6 (testigo sucio) y el T 7 (testigo limpio), expresaron rendimientos muy similares.

## VI. DISCUSIÓN

El tratamiento a base de 2,4-D (sal dimetilamina) produjo efecto herbicida en “cola de caballo” caracterizado como epinastia, el cual fue temporario, sin afectar el crecimiento de la maleza. Ensayos de control, reportados por Sikkema (2006) en *Equisetum* spp. utilizando 2,4-D, son coincidentes con los obtenidos en este estudio. Otros resultados, difieren en cuanto a que en ellos se menciona un control satisfactorio de *Equisetum* spp. en el cultivo de maíz, pero con mezclas de herbicidas hormonales, como 2,4-D + MCPA (Agroinformación, 2002), clorpiralid + MCPA (Richardson y Bernard, 2004) y MCPA aplicado solo (Ministry of Agriculture and Lands, 1996; Doll, J. 2001; Monsanto, 2002; Altland, 2004; Syngenta, 2005). Estos resultados sugieren que una dosis de 2,4-D mayor a la ensayada, sin superar la dosis máxima que tolera el cultivo de maíz (1 litro de p.a/ha) (CASAFE, 2005), o bien su mezcla con MCPA, podría afectar el crecimiento de esta especie en forma más prolongada.

Los resultados obtenidos con los herbicidas dicamba y atrazina aplicados solos, los cuales no produjeron síntomas visibles, concuerdan con los obtenidos por Sikkema (2006) en *Equisetum arvense*.

Con el uso de atrazina se observó una reducción en la tasa de crecimiento de *E. giganteum*, tanto de biomasa aérea como de rizomas, aunque la misma pudo estar influenciada por la biomasa inicial, pero no fueron afectadas las demás variables analizadas. Sikkema (2006) encontró respuesta de control parcial con este herbicida sobre *Equisetum* spp. solo cuando lo utilizó en mezclas, ya sea con dicamba, aceite o bromoxinil + MCPA.

La mezcla de imazapic + imazapir, herbicidas que actúan inhibiendo la acción de la enzima ALS (acetolactato sintetasa) e interfiriendo la síntesis de aminoácidos esenciales (Stetter, 1994), solo produjo una disminución en la altura máxima de la maleza a madurez fisiológica del cultivo. Esto contrasta con los resultados obtenidos por Sikkema (2006) en *Equisetum arvense* quien menciona un control variable, promedio del 70%, con mezclas de dicamba con diferentes sulfonilureas, y lo reportado por Doll (2001), Loux *et al.* (2005) y Nordby (2006) trabajando con mezclas de sulfonilureas. Estas, al igual que las imidazolinonas, interfieren la acción de la enzima ALS y la síntesis de aminoácidos.

Se desconoce por qué los herbicidas utilizados no lograron controlar a “cola de caballo”, pudiéndose inferir la necesidad de un sinergismo entre productos para lograr tal fin. En este sentido, Loux *et al.* (2005) trabajando con *Equisetum* spp., conjetura que puede deberse a la fisiología del mismo y a la carencia del tejido fino de las hojas, necesario para interceptar a los herbicidas lo que reduce la eficacia de los mismos.

Otras características de la especie *Equisetum giganteum*, entre las que se destacan una epidermis silicificada, estomas hundidos en la epidermis dispuestos en hilera, hojas escamiformes soldadas, tallos erguidos, decumbentes (Strasburger, 1994), podrían afectar la

capacidad de retención y absorción de los herbicidas utilizados en el ensayo (García Torres y Fernández Quintanilla, 1991), en especial 2,4-D, dicamba y los del grupo de las imidazolinonas (imazapic + imazapir, imazapir + imazetapir), en los cuales es importante la vía de penetración foliar (García Torres y Fernández Quintanilla, 1991; Vitta *et al.*, 2004).

En lo que respecta a la reproducción, no se observó la presencia de tallos fértiles (con estróbilos) dentro del cultivo, sí en los bordes, próximos a los alambrados, coincidiendo esto con los reportes de Doll (2001) en *Equisetum arvense*.

El cultivo de maíz se desarrolló en una condición climática prácticamente sin restricciones ambientales y nutricionales, por lo que tuvo una alta capacidad de competencia con la malezas y pudo manifestar su potencial de rendimiento (Andrade y Sadras, 2002), alcanzando 8,7 kg/10 m<sup>2</sup> promedio de todos los tratamientos ensayados, no observándose diferencias significativas entre ellos.

*Equisetum giganteum* bajo las condiciones de estudio, no afectó el rendimiento en grano del maíz, esto lo demuestra la producción obtenida en los tratamientos testigos, entre los cuales no se observaron diferencias significativas en el rendimiento y sus componentes evaluados. Doll (2001) reporta que la interferencia de *Equisetum arvense* en los cultivos se correlaciona altamente con la capacidad competitiva del mismo. En cultivos de maíz vigorosos y bien manejados raramente esta maleza tiene impactos económicos, a la inversa de lo que ocurre con cultivos de lento crecimiento y corta estatura. También puede llegar a convertirse en especie dominante en paisajes naturales (anexo figura 4). Además Doll (2001) menciona que la aplicación de fertilizantes nitrogenados al cultivo de gramíneas es beneficiosa ya que *Equisetum arvense* responde mínimamente al nitrógeno, mientras que las gramíneas responden rápida y perceptiblemente. Esto da al cultivo una ventaja altamente competitiva sobre *E. arvense* porque esta maleza es sensible a la sombra.

## VII. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones del estudio se puede concluir que:

- De acuerdo a los resultados obtenidos no se confirmó la hipótesis planteada, ya que ninguno de los herbicidas utilizados en el ensayo lograron controlar en forma satisfactoria a la especie *Equisetum giganteum*.
- La aplicación de 2,4-D (sal dimetilamina al 50 %), fue la única que mostró síntoma herbicida sobre la especie en estudio, aunque el mismo fue temporario y no afectó su crecimiento.
- Atrazina solo afectó la tasa de crecimiento de *E. giganteum* entre V6 y MF del maíz, y la mezcla imazapic + imazapir redujo su altura máxima en MF del maíz.
- No se observaron diferencias estadísticamente significativas en la biomasa aérea y de rizomas de *Equisetum giganteum* entre los diferentes tratamientos aplicados.
- *E. giganteum* no afectó el rendimiento en grano del cultivo de maíz y sus componentes evaluados: n° de plantas, n° de espigas y peso de granos por espigas.
- Nuevos estudios deberían contemplar el ajuste de dosis de herbicidas hormonales, particularmente el 2,4-D, ensayar mezclas de herbicidas y también otros herbicidas como el MCPA y sulfonilureas complementando los mismos con diferentes momentos de aplicación y otros métodos de control. Además verificar si esta especie afecta significativamente el rendimiento del maíz.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

- AACREA. 2003. Asociación Argentina de Consorcio de Experimentación Agrícola.  
Soja, Agroalimentos Argentinos.  
En: [www.aacrea.org.ar/economia/articulos/pdf/07-soja](http://www.aacrea.org.ar/economia/articulos/pdf/07-soja). Consultado: 10/12/03
- AGROINFORMACIÓN. S.L. 2002. Trigo. Herbicidas.  
En: [www.agroinformacion.com/manejo-cultivo.aspx?cultivo=28&indice=7](http://www.agroinformacion.com/manejo-cultivo.aspx?cultivo=28&indice=7).  
Consultado: 03/11/06.
- ALTLAND, J. 2004. Weed Management in Nursery Crops. Oregon State University (OSU).  
En: [www.oregonstate.edu/dept/nurseryweeds/weedspeciespage/horsetail/Equisetum\\_arvense\\_horsetail.html](http://www.oregonstate.edu/dept/nurseryweeds/weedspeciespage/horsetail/Equisetum_arvense_horsetail.html). Consultado: 25/04/07.
- ANDRADE, F. y V. SADRAS. 2002. Bases para el manejo de malezas. En: **Bases para el manejo del maíz, el girasol y la soja**. Andrade, F y Sadras, V., coordinadores de edición. Ed. Producciones gráficas Sirio. EEA INTA Balcarce – F.C.A U.N.M.P. Argentina.: 273-311.
- ARMEL, G.; H. WILSON; R. RICHARDSON; T. HINES. 2003. Use of Mixtures of Mesotrione, Imazethapyr, and Imazethapyr plus Imazapyr in Imidazolinone-Resistant Corn (*Zea mays*). Weed Technology. Volume 17: 674-679.
- BASF. 2004. División Agro. Productos Fitosanitarios. Herbicidas. Onduty. BASF Chile S.A.  
En: [www.basf.cl/asp-local/agro\\_prod\\_fichaweb.asp?prod\\_id=111](http://www.basf.cl/asp-local/agro_prod_fichaweb.asp?prod_id=111)  
Consultado: 10/11/06.
- BIANCO, C.; T. KRAUS y C. NUÑEZ. 2002. **Botánica Agrícola**. UNRC. Facultad de Agronomía y Veterinaria. Río Cuarto. Argentina. 86-88 p.
- BOND, J. & J. GRIFFIN. 2005. Weed Control in Corn (*Zea mays*) with an Imazethapyr Plus Imazapyr Prepackaged Mixture. Weed Technology. Volume 19: 992-998.
- CANTERO, J. y C. BIANCO. 1988. **Las Plantas tóxicas del sur de la Provincia de Córdoba**. (Argentina) Rev. IDIA. 453-456: 9-63. ISSN 0018-9081. INTA.
- CASAFE. 2005. Guía de Productos Fitosanitarios. Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes. Buenos Aires. Argentina.
- DOLL, J. 2001. Biology and Control of Field Horsetail (*Equisetum arvense* L., Horsetail Family). Weed Science. University of Wisconsin. USA.  
En: [www.128.104.239.6/uw\\_weeds/extension/articles/conhorsetail.htm](http://www.128.104.239.6/uw_weeds/extension/articles/conhorsetail.htm)  
Consultado: 25/04/07.
- FAX. 1999. FAX ONE. Fax S.A. En: [www.faxsa.com.mx/12fa\\_100.htm](http://www.faxsa.com.mx/12fa_100.htm)  
Consultado: 25/10/06.
- GARCÍA TORRES, L. y C. FERNÁNDEZ-QUITANILLA. 1991. **Fundamentos sobre malas hierbas y herbicidas**. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.

- GRICHAR, J. 2002. Effect of Continuous Imidazolinone Herbicide Use on Yellow Nutsedge (*Cyperus esculentus*) Populations in Peanut. *Weed Technology*. Volume 16:880-884.
- HERBOTECNIA. 2003. *Equisetum giganteum*. Especies vegetales autóctonas. Plantas nativas de América. <http://www.herbotecnia.com.ar/aut-ccaballo.html>. Consultado: 11/12/03.
- HURTADO, R.; M. FERNÁNDEZ LONG; G. BARBERIS. 2002. Balance Hidrológico Climático. Baluba. Cátedra de Climatología y Fenología Agrícolas. Facultad de Agronomía -UBA.
- INFOSTAT. 2002. InfoStat versión 1.1. Grupo InfoStat. Facultad de Ciencias Agrarias (FCA). Universidad Nacional de Córdoba (UNC). Argentina.
- IZCO, J.; E. BARRENO; M. BRUGUÉS; M. COSTA; J. DEVESA; F. FERNÁNDEZ; T. GALLARDO; X. LLIMONA; E. SALVO; S. TALAVERA; B. VALDÉS. 1997. **Botánica**. Ed. Mcgraw- Hill- Interamericana de España. Madrid. España.
- LOUX, M.; J. STACHLER; W. JOHNSON; G. NICE; T. BAUMAN. 2005. Weed Control Guide for Ohio Field Crops. Bulletin 789. Ohio State University. USA. <http://ohioline.osu.edu/b789/pdf/09.pdf>. Consultado: 27/04/07.
- MARSICO, O. 1980. **Herbicidas y fundamentos del control de malezas**. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires. Argentina.
- MINISTRY OF AGRICULTURE AND LANDS. 1996. Pest Management. Government of British Columbia. Canada. Crop Protection - Weed Control Factsheet Horsetail (*Equisetum arvense*). En: [www.agf.gov.bc.ca/cropprot/hrsetail.htm](http://www.agf.gov.bc.ca/cropprot/hrsetail.htm). Consultado: 15/04/07.
- MONSANTO. 2002. Evaluación de la seguridad del Maíz Roundup Ready, evento NK603. Anexo I. Sensibilidad de la Flora Arvense a algunos herbicidas del maíz. Monsanto Agricultura España. S.L. En: [www.monsanto.es/Novedad/Cuaderno5.pdf](http://www.monsanto.es/Novedad/Cuaderno5.pdf). Consultado: 12/12/2006.
- MONSANTO. 2006. Productos de Monsanto Agricultura España. Fusta. Monsanto Agricultura España. S.L. En: [www.monsanto.es/monsantoes/productos.html](http://www.monsanto.es/monsantoes/productos.html). Consultado: 03/11/06.
- NORDBY, D. 2006. Field Horsetail Biology and Control. Pest Management and Crop development information for Illinois University of Illinois Extension. USA. En: [www.ipm.uiuc.edu/bulletin/article.php?issueNumber=12&issueYear=2005&articleNumber=9](http://www.ipm.uiuc.edu/bulletin/article.php?issueNumber=12&issueYear=2005&articleNumber=9). Consultado: 28/04/07.
- PAPA, J.; J. PONSÁ; R. ROSSI y S. CEPEDA. 1997. Malezas y su control. En: **El cultivo de la soja en la Argentina**. Giorda, L y Baigorri, H. INTA. SAGyP. Editorial Editor. Argentina: 311-328.

- PARODI, L. 1959. Ampliado y actualizado por DIMITRI, M. 1999. **Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería**. Editorial ACME S.A.C.I. Buenos Aires. 48-49 p.
- RICHARDSON, R. & Z. BERNARD. 2004. Equisetum Control. Integrated Pest Management Resource (IPM) at Michigan State University (MSU). USA.  
En: [www.ipm.msu.edu/landreport/2004/EquisetumControl.pdf](http://www.ipm.msu.edu/landreport/2004/EquisetumControl.pdf).  
Consultado: 10/04/2007.
- SATORRE, E.; R. BENECH ARNOLD; G. SLAFER; E. DE LA FUENTE; D. MIRALLES; M. OTEGUI y R. SAVIN. 2003. **Producción de Granos. Bases funcionales para su manejo**. Ed. Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires (UBA).
- SIKKEMA, P. 2006. Weed Management Field Horsetail. University of Guelph Ridgetown Campus. Canada. En: [www.ridgetownc.on.ca/services/weeds\\_problem.cfm?id=4](http://www.ridgetownc.on.ca/services/weeds_problem.cfm?id=4).  
Consultado: 15/04/07.
- STETTER, J. 1994. **Herbicides Inhibiting Branched Chain Amino Acid Biosynthesis**. Editorial Spinger-Verlag. Berlin Heidelberg. Germany.
- STRASBURGER, E. 1994. **Tratado de Botánica**. Octava edición. Edición actualizada por Sitte, P; Ziegler, H; Ehrendorfer, F; Bresinsky, A. Ed. Omega. Barcelona.
- SYNGENTA. 2005. Línea Cereales. Agroxone. Syngenta Agro España. S.A.  
En: [www.syngentaagro.es/es/productos/producto.aspx?id=66&cat=16](http://www.syngentaagro.es/es/productos/producto.aspx?id=66&cat=16) y [www.syngentaagro.es/es/docs/lineacereales.pdf](http://www.syngentaagro.es/es/docs/lineacereales.pdf). Consultado: 04/11/06.
- TELLERIA, G. 2002. **El papel del maíz en los planteos de producción del sur de Córdoba**. Guía Dekalb del cultivo de maíz. Monsanto Argentina. Buenos Aires.
- VITTA, J.; D. FACCINI; E. LEGUIZAMON; L. NISENSOHN; J. PAPA; E. PURICELLI y D. TUESCA. 2004. **Herbidas. Características y Fundamentos de su Actividad**. Ed. UNR Editora. Rosario. Argentina. 27- 34 p.
- VITTA, J.; D. FACCINI; E. LEGUIZAMON; L. NISENSOHN; E. PURICELLI y D. TUESCA. 1999. **Las malezas en la región sojera núcleo Argentina: Situación actual y perspectivas**. Cátedra de Malezas. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Rosario.
- ZORZA, E.; F. DAITA; C. SAYAGO; C. BIANCO y L. CHOLAKY. 1997. Efectos de distintos sistemas de labranzas sobre la emergencia de malezas en cultivos estivales. **IV Jornadas Científico-Técnicas**. Facultad de Agronomía y Veterinaria. UNRC. Actas: 251-253.
- ZULOAGA, F. O. y O. MORRONE. 1999. **Catálogo de las plantas vasculares de la República Argentina**. I. Pteridophyta, Gymnospermae y Angiospermae. (Monocotyledoneae). Monogr. Syst. Bot. Missouri. Bot. Gard.60:1-323.

## **ANEXO**

***EQUISETUM GIGANTEUM* L. “COLA DE CABALLO” EN EL CULTIVO DE MAÍZ**



**Figura 1:** *E. giganteum* en el estado de seis hojas del maíz.



**Figura 2:** Madurez fisiológica del cultivo. *E. giganteum* en cabecera y entresurco.

***E. GIGANTEUM* EN EL CULTIVO DE SOJA**



**Figura 3:** *E. giganteum* en soja en estado de floración.



**Figura 4:** *E. giganteum* en las borduras del lote con soja.



**Figura 5:** Manchón de *E. giganteum* en madurez de cosecha del cultivo de soja.



**Figura 6:** Detalle del manchón del *E. giganteum* en soja.

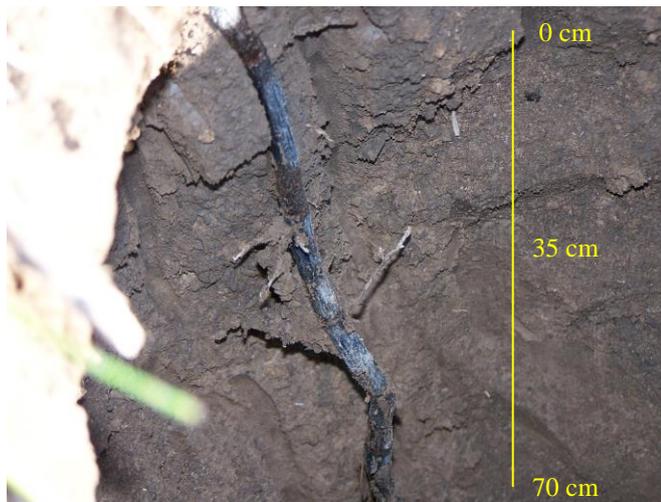
## CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE *E. GIGANTEUM*



**Figura 7:** Hojas y tallos de *E. giganteum*



**Figura 8:** Rizomas y rebrotes de *E.giganteum*



**Figura 9:** Rizoma de *E. giganteum* en el perfil del suelo.