

***Sorghum halepense*. L. Pers. (Sorgo de Alepo): base de conocimientos para su manejo en sistemas de producción.**

E. S. Leguizamón

Dr. Profesor Titular. Investigador del CONICET. Departamento de Sistemas de Producción Vegetal - Malezas. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Rosario. CC. 14. 2123. Zavalla. Santa Fe. Argentina. Tel. 54(0)341-4970080 – Interno 139. Correo electrónico: laupamar@arnet.com.ar

Prefacio

El presente material se ha construido con las fuentes que se mencionan en la bibliografía y constituye la base teórica del material de fotografías, gráficos y diagramas que se ofrecen en un archivo powerpoint complementario. Ambos materiales forman parte de las actividades y acciones diseñadas por la Comisión Nacional para la Prevención de la Resistencia (CONAPRE) creada en el marco del SENASA para diseminar conocimientos sobre Sorgo de Alepo reunida en Buenos Aires el 2/11/06.

Agradecimientos

El autor desea dejar expresa constancia de su agradecimiento a los colegas que enriquecieron con sus comentarios y observaciones los documentos preliminares, entre ellos E. Puricelli, D. Tuesca, H. Rainero, L. Allieri, S. Gattuso; M. Gattuso, I. Olea, L. Vignaroli y J. Bustos.

In memoriam

A la memoria del Ing. Agr. Agustín Mitidieri, notable investigador de la Estación Experimental Agropecuaria INTA San Pedro, Coordinador del Programa Nacional de Malezas del INTA y profesor-organizador del Curso de Disherbología en la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Rosario. Mitidieri poseía una gran capacidad de trabajo, organización y gestión, desde una óptica aplicada. Con gran sensatez delineó y promovió muchos de los experimentos, investigaciones y actividades de extensión que se realizaron para conocer tanto la biología de la maleza como el desarrollo y manejo de herbicidas para su control racional en el marco de sistemas de producción.

Sus valores humanos permanecen muy frescos en la memoria de las personas que tuvieron el placer de compartir muchos momentos de planificación, trabajo fecundo y análisis de resultados en las décadas del 70 y del 80.

Zavalla, Santa Fe, Noviembre 2006

1. Centro de origen y difusión en América. Descripción general.

Sorghum halepense (L.) Persoon. Etimología: *halepense* (latín), de la ciudad de Haleb (Aleppo) en Siria. Nombre vulgar: sorgo de Alepo, sorguillo, maicillo, canutillo, pasto ruso, pasto polaco, cañota, pasto Johnson (Burkart, 1969).

Es una especie cosmopolita, originaria de la región mediterránea, si bien existe cierta controversia en este aspecto. Según Bhatti *et al.* (1960) esta especie, que ha sido el motivo de muchos estudios citológicos y genéticos, es muy probable que se haya originado como resultado de la duplicación del número de cromosomas ($2n = 40$) de una hibridación natural entre *Sorghum bicolor* x *Sorghum virgatum* en la región mediterránea del norte de Africa. Derivado de una introgresión de *S. halepense* con un cultivar desconocido de sorgo cultivado es el *Sorghum almum*, descrito por Parodi (de Wet, 1966) y denominado sorgo negro o sorgo del Sudán. Este sorgo ha sido utilizado con propósitos forrajeros y posee la característica de tener rizomas cortos y definidos.

Está considerada una de las peores malezas en 53 países, ubicados en un rango de latitudes muy amplio (55° N hasta 45° S) (Holm *et al.*; 1977). Fue introducida en los EE.UU. con fines de utilización forrajera por el Sr. Johnson, un productor de Alabama y Carolina del Sur en 1840. A fines de la centuria, la especie se había extendido en todo el país (Warwick y Black, 1983; Mc Whorter, 1989).

Existen una variedad de biotipos, de diferente origen y con atributos morfológicos y ecofisiológicos variables (Mc Whorter, 1971; Mc Whorter & Jordan, 1976b) incluyendo su susceptibilidad a herbicidas. En algunos casos probablemente se han originado a partir del cruzamiento con machos estériles de sorgos graníferos (Mitidieri, 1983).

2. La introducción en Argentina y su situación como maleza. Desarrollo y difusión de las técnicas de control.

La introducción en la Argentina a principios de siglo pasado fue con el mismo objetivo que en EE.UU.: por esa época, eran frecuentes avisos periodísticos ofreciendo semilla de esta especie para su utilización como forrajera.

Dado su carácter de planta invasora fue declarada plaga de la agricultura en 1930. Posteriormente, en 1951, se prohibió su siembra y multiplicación en todo el territorio nacional (Giordani y Miguens, 1978). El rango de agroecosistemas que colonizó es muy amplio abarcando los del valle del Río Colorado y los cultivos bajo riego de la región cuyana, hasta los sistemas de cultivos intensivos y extensivos de la pampa ondulada, el Noreste y el Noroeste.

Hacia mediados de la década del '70 el sorgo de Alepo constituía un problema de envergadura, que limitaba la productividad de los sistemas de producción, ocasionando pérdidas de rendimiento muy importantes. Niveles de abundancia que llegaban a valores de hasta 14 toneladas de peso fresco de rizomas por ha eran muy frecuentes: en estos campos la maleza no sólo producía pérdidas de rendimiento, sino que condicionaba la realización de una secuencia de cultivos y llegando incluso a disminuir el valor del mismo (Mitidieri, 1983). El control mecánico (esencialmente arado + disco doble) era la táctica de control de uso más frecuente, llegándose a diseñar herramientas específicas que tenían como fin aumentar la exposición de los rizomas a las condiciones adversas del invierno y

el verano. En ese momento, los únicos herbicidas disponibles no eran selectivos (MSMA y Dalapon).

Sobre la base de la investigación desarrollada en varios centros de investigación del INTA y de las Universidades, en la Estación Experimental INTA de Pergamino se diseñó y llevó a cabo un plan de extensión (Plan Piloto Salto-INTA, 1978) que tenía como meta fundamental difundir los aspectos centrales de un programa de control sobre la base del manejo integrado. El mismo promovía la realización de un plan de rotaciones, el uso de cultivos invernales de cobertura, el control mecánico y la aplicación de herbicidas. Este tipo de estudios continuaron realizándose durante varios años (Rossi *et.al*; 1994)

Para la época citada, los únicos dos herbicidas no selectivos utilizados (MSMA y Dalapon) habían sumado la trifluralina (un herbicida que debía aplicarse en doble dosis, pero que era selectivo para soja) y el glifosato, aun cuando éste último era muy costoso y no selectivo. Con la difusión del cultivo de soja, la optimización de su manejo y la disponibilidad de una gama creciente de herbicidas de presiembra y fundamentalmente selectivos de postemergencia (graminicidas) para soja, maíz y girasol (Leguizamón, 2003), se registró una disminución generalizada de su abundancia. Así lo corrobora una encuesta de mediados de la década del '90 (Leiva y Iannone, 1994) que indicaba para esta especie una reducción significativa de su frecuencia y una percepción de los agricultores que se encontraba en franca disminución.

Promediando la década del 80, un tratamiento con graminicidas (Dimís o Fopís) para el control de la maleza, tenía un costo del orden de los 4 qq/ha a lo cual había que agregar el de un herbicida pre o postemergente para el control de latifoliadas anuales. El glifosato tenía un costo del orden de los 25 dólares por litro y su utilización estaba limitada a equipos que permitían una aplicación selectiva (sogas, rodillos) o a situaciones particulares (control de cebollín o gramón, renovación de pasturas, manchoneos).

3. Descripción de atributos morfológicos, anatómicos y eco-fisiológicos.

3.1. Introducción

La descripción de esta maleza es necesariamente general, debido como se ha dicho anteriormente, a la gran variabilidad exhibida por biotipos, ecotipos, razas o clones¹.

El sorgo de Alepo es una gramínea perenne de ciclo estival con un vigoroso sistema de rizomas de crecimiento horizontal o ligeramente oblicuo. Sus hojas son lineales y planas. Las cañas son erectas con médula seca; formando extensas matas. Su inflorescencia se presenta en panojas piramidales y el fruto² es un cariopsis. Es una especie tetraploide ($2n = 40$ cromosomas). Presenta un ciclo anual de desarrollo que se inicia para la parte aérea en primavera, fructificando en verano y multiplicándose a través

¹ Según la Weed Science Society of America, biotipo se define como “una población dentro de una especie, que ha desarrollado características morfológicas o fisiológicas en respuesta a ambientes específicos, las cuales persisten cuando los individuos crecen en un ambiente distinto”. Como en la mayoría de los estudios no se reportan o no se conocen las diferencias genéticas existentes, se utiliza el término ecotipo.

² A partir de aquí se denomina “semilla” a lo que botánicamente es un fruto (cariopse).

de rizomas o semillas. Tanto las hojas como los rizomas pero principalmente estos últimos, almacenan carbohidratos solubles (glucosa, fructosa y sacarosa).

Al estado reproductivo se reconocen los siguientes órganos:

3. 2. Rizomas.

Los rizomas juegan un papel fundamental en la propagación de esta especie. Un nuevo rizoma puede originarse a partir de la brotación de yemas axilares y terminales de rizomas "remanentes" (terciarios) del año precedente. Se generan de este modo rizomas secundarios, más finos y ascendentes. En el extremo distal de éstos, se produce un ensanchamiento que pasa a formar parte de la corona y de ésta última, a partir de yemas axilares, se originan macollos y un nuevo sistema de rizomas denominados terciarios que, en la siguiente primavera, serán los primarios.

Los rizomas son de origen extravaginal, de crecimiento monopodial, de 2 cm de diámetro y hasta 2 m de longitud. Los entrenudos varían sensiblemente en su longitud, los recientemente formados son largos, de color blanco cremoso; cuando maduros color violeta oscuro. Su longitud y espesor también suele variar según la estructura o compactación del suelo donde están creciendo. Existe una sola yema en cada nudo, cubierta por una catáfila parda que se prolonga hacia el entrenudo. En el meristema intercalar es común la aparición de un color rojo vinoso o purpúreo, síntoma inequívoco de la actividad de un herbicida sistémico luego de algunos días de su pulverización en la fracción aérea.

3.3. Corona.

La corona es la parte del tallo ubicada inmediatamente por debajo de la superficie del suelo, a partir de la cual se originan los nuevos brotes o vástagos vegetativos (macollas). Se presenta como una porción dilatada con entrenudos muy próximos a partir de los cuales se originan numerosas raíces y rizomas terciarios. Presenta yemas con diferentes grados de conexión pre-establecida ("rastros cambiales") denominadas yemas silépticas, un estadio anterior al de las yemas que se ubican en los nudos de los rizomas (Esau, 1965; 1982; Metcalfe, 1960) y que restablecen rápidamente la conexión cuando las macollas originales son destruidas por un herbicida o por un tratamiento de control mecánico.

La brotación y posterior generación de macollas a partir de este yemario constituye una evidencia inequívoca de fallas en la actividad de un herbicida sistémico, por características propias del mismo (bajo nivel de transporte), por errores de aplicación (estadio de crecimiento muy avanzado-encañazón, baja dosis, etc.) o por situaciones ambientales adversas (estrés hídrico).

En la corona cada haz vascular se halla rodeado por una vaina parenquimática cuyas paredes se hallan engrosadas en forma de U. Sobre la pared tangencial interna de estos engrosamientos se observan cuerpos de sílice que protruden, en número de 10-13, hacia el lumen celular, ellas tienen forma de globulolitas y su presencia parecería estar asociada a una mayor tolerancia a condiciones adversas al crecimiento: por Ej. se ha observado una mayor deposición de estos corpúsculos intracelulares bajo condiciones de estrés hídrico (Gattuso *et al.*, 1998).

Observaciones empíricas sugieren que la corona puede tener mayor longevidad en el suelo que los rizomas y pueden constituir una fuente de diseminación clonal importante, ya que pueden atascarse o adherirse a los cuerpos o partes móviles de la sembradora.

3.4. Raíces.

Las raíces tienen su origen en los nudos de los rizomas secundarios y hasta donde se conoce, no se han realizado estudios acerca de la dinámica del crecimiento y/o longevidad de las mismas, las que en términos generales, representan un 10 % de la biomasa subterránea de la planta (Leguizamón, 2003).

3.5. Macollas / Cañas floríferas.

El vástago florífero está constituido por cañas no ramificadas¹ erectas, huecas y glabras que alcanzan hasta los dos m de altura. Una planta aislada puede producir 15 o más macollas, si bien el número es una característica notablemente influenciada por la densidad. Normalmente, cada macolla remata en una panoja: existe muy alta correlación entre el número de macollas y el número de panojas. Luego de la aplicación de un herbicida sistémico, el meristema intercalar que se encuentra en la base de la caña florífera resulta dañado y consecuentemente la misma puede extraerse fácilmente al tirársela hacia arriba. Estas yemas pueden generar nuevos brotes cuando se realizan tratamientos con graminicidas bajo condiciones ambientales muy adversas (sequía intensa), cuando ha habido un error de dosificación (subdosis) o en casos de adulteración de herbicidas.

3.6. Hojas.

Las hojas son lineales y anchas. Las vainas foliares son de márgenes abiertas con lígula membranosa con un ribete piloso y no poseen aurículas. Tanto los caracteres morfológicos como los anatómicos son muy variables en relación con el ecotipo. En general, la lámina o limbo posee 20-40 cm. de largo por 1-2 cm. de ancho, es verde brillante, algunas veces con pigmentos purpúreos; con la vena media conspicua, con escasos pelos y con escabrosas proyecciones sobre las márgenes y superficie abaxial (Warwick y Black, 1983).

Las láminas están constituidas por surcos paralelos de pequeños haces vasculares separados de la epidermis³ por no más de una a tres capas de células parenquimáticas. Siendo el sorgo de Alepo una especie C4 exhibe una anatomía tipo Kranz en las secciones transversales de sus hojas. El número de haces vasculares tanto en hojas como en rizomas varía de 56 a 158 según ecotipos y también la forma y tamaño de las células epidérmicas es variable entre ecotipos. La cara superior (adaxial) de las hojas puede presentar un promedio de 95 estomas / mm² con un ostiolo de 16 a 34 micromilímetros. Los estomas también están presentes en los rizomas (Mc Whorter; 1971).

La superficie de las hojas, especialmente de las plantas jóvenes está cubierta con finas placas de ceras, similares a las existentes en maíz. A medida que las hojas envejecen las placas de ceras pueden cubrirse por ceras más suaves o bien por ceras tubulares: estas

¹ En la yema intercalar de los nudos se producen macollos secundarios que generalmente llegan a producir panojas.

³ La estructura anatómica también exhibe células bulliformes, responsables del "acartuchamiento" que se observa cuando la planta está bajo estrés hídrico.

últimas son muy densas al aproximarse la planta a floración. Los principales componentes de las ceras son cadenas alifáticas con aldehídos y alcoholes, de una longitud de C28 a C30. La deposición de la cera epicuticular en las hojas está controlada genéticamente (Blum, 1975).

La cutícula de las hojas de la maleza en plantas bajo estrés hídrico ha sido estudiada por Gattuso & Gattuso (comunicación personal): los estudios demuestran que tanto el espesor de la misma como la composición de las ceras epicuticulares varían en función del "status" hídrico de la planta. Las ceras que coalescen y cristalizan luego de formarse en condición de sequía no se modifican aun cuando la penuria o estrés hídrico que las originó se revierta y la planta recupere su turgencia plena.

Tanto el avance ontogénico como la condición de estrés ambiental aumentan el espesor y la complejidad de la capa cerosa. Siendo la cutícula y su cubierta cerosa la principal barrera de penetración que debe sortear un herbicida, es conveniente señalar que se requieren mayores dosis de herbicida cuando más se demora un tratamiento.

La resistencia de las hojas está conferida por la presencia de un gran número de células arriñonadas conteniendo gran cantidad de sílice. (Mc Whorter, 1971).

Tanto en la caña como en las hojas se producen compuestos cianogenéticos que en determinadas circunstancias pueden causar toxicidad en animales bajo pastaje. Salvo este atributo, el forraje es de relativa alta calidad, con valores de proteína similares a la alfalfa (Looker, 1973) y con un valor alimenticio similar al sudangrass (Bennett, 1973).

3.7. Inflorescencia.

La inflorescencia es en panoja, al comienzo compacta y luego se extiende y se abre en forma ampliamente piramidal, de 20-40 cm. de largo, erecta, purpurina y pubescente. Los racimos se encuentran subaplicados al eje central de 7-8 cm. de longitud. En el extremo de cada racimo las espiguillas se disponen de a tres, una sésil, fértil y dos pediceladas estériles (Burkart, 1969).

Las espiguillas se encuentran de a pares, una sésil hermafrodita, grande, granífera, aovada de 4 a 5.5 mm. de largo, mútica o brevemente aristada, con glumas anchas lisas y lustrosas a menudo ennegrecidas. La espiguilla pedicelada masculina o neutra, es mútica de 4.5 a 6 mm. de longitud, angosta, con glumas estriadas a menudo de color rosa pálido. Las espiguillas son caedizas, articuladas sobre el raquis o pedicelo, dejándolos intactos con disco apical al desprenderse. Las glumas suelen desaparecer en los tratamientos de limpieza que se realizan en la cosechadora o en máquinas de limpieza fijas, haciendo mucho más pequeño y difícil de diferenciar al cariopsis.

3.8. Cariopsis ("semilla").

El cariopsis es aovado comprimido, castaño oscuro, incluido, de 2 a 3 mm. de longitud, con embrión angosto tipo panicoide con surco longitudinal (Burkart, op.cit.). El número de cariopsis por panoja varía desde 180 a 350, dependiendo del biotipo y las condiciones de formación de la panoja (Leguizamón, no publicado). McWhorter (1976^a; b) reporta una fecundidad de 37 a 352 semillas por panoja, dependiendo del ecotipo. En Israel, Horowitz (1972a; b) encontró una producción total media de 28.000 semillas en plantas aisladas, sin competencia. Las semillas formadas se desprenden de su raquilla y el nivel de este carácter es muy variable según ecotipos y condiciones, pero hasta el 75 %

de las nuevas semillas suelen caer de la planta al madurar, antes de que la planta concluya su ciclo o sea destruida por las bajas temperaturas del invierno.

4. Biología, ecofisiología, demografía, plasticidad y dinámica poblacional.

El marco conceptual propuesto por Harper (1977) contiene las bases adecuadas para la descripción y el estudio de la dinámica temporal de las estructuras aéreas y subterráneas de la maleza, incluyendo los procesos involucrados. Contribuye por tanto a comprender la biología poblacional de la maleza y a partir de la investigación que surge, brinda una sólida base para el diseño de estrategias de manejo y control.

Conviene recordar que en los organismos unitarios o móviles, la ontogenia es predecible, direccional e irreversible: la juventud, la madurez sexual y la senescencia, por mencionar grandes escalones del desarrollo, están bastante fijados y vinculados con determinado nivel de avance en el tamaño. A diferencia de los organismos unitarios, en los organismos modulares y sésiles como es el caso de los vegetales superiores- ni la forma, el tamaño o el desarrollo, son correlativos ni predecibles: los individuos están compuestos de un número muy alto de módulos (Ej.: una hoja con su yema axilar) los cuales producen módulos similares y su programa de desarrollo es fuertemente dependiente del ambiente. La planta entera crece acumulando módulos y en algún momento o etapa del desarrollo, aparece una clase nueva de módulo asociado con la reproducción (Ej. las flores). Las raíces son también modulares, si bien un tanto diferentes. Igualmente lo son los tallos, sean estos aéreos o subterráneos.

El programa de desarrollo en los organismos modulares esta determinado por la proporción de módulos encargados de diferentes roles (reproducción o crecimiento). La existencia de una estructura modular conduce a una gran variabilidad (= plasticidad) (Watkinson, 1985) la cual es exhibida en un rango muy amplio por los vegetales superiores. La plasticidad es, por tanto posible debido a la existencia de una organización de estructuras modulares.

Desde la perspectiva demográfica uno de los procesos clave en el éxito ecológico de las malezas es la mortalidad: sólo unos pocos sobrevivientes de una inmensa cantidad de individuos que mueren en distintas etapas de su historia de vida exhiben genotipos adaptados que se expresan en una serie de atributos de aptitud (incluyendo genes de resistencia a herbicidas) los que –por la vía sexual- se transmiten a las generaciones siguientes. Este escenario, que desde la perspectiva humana es muy violento, es un hecho natural ya observado hacia 1860 por Darwin cuando acuñó la frase “*the struggle for existence*”, la base de “*la supervivencia del más apto*”.

4.1. La reproducción sexual.

Se considera que esta maleza es autógama pero no completa, exhibiendo un 6 a 8 % de alogamia. Promediando el ciclo favorable (inicios del verano), los vástagos o macollas de la maleza se inducen a floración. A partir de “panoja embuchada” el proceso de aparición de la panoja sigue un modelo claramente sigmoide y toma unos 12-15 días (Leguizamón, no publicado). La evidencia experimental (Knight y Bennett, 1953; Burt y Wedderspoon, 1971) sugiere que es una especie de Días Cortos para su inducción floral, desconociéndose si es necesario además un umbral térmico. La floración es centrípeta y avanza desde la base hacia el ápice de la panoja.

Como ocurre en la mayoría de las especies vegetales, la fecundidad (producción de semillas) es un proceso influenciado por la densidad (Silvertown, 1982). En Argentina, se han determinado producciones de 40.000, 15.000 y 5.000 semillas. m² en áreas con densas coberturas de la maleza, bajo cultivos de maíz y avena o rastrojos, respectivamente (Ghersa *et.al.*; 1985).

La producción de panojas y el consecuente aporte de semillas al banco superficial del suelo (las semillas se empiezan a desprender de la panoja luego de unos 30 días de la emergencia de ésta), sigue un patrón bimodal. En el caso de la maleza conviviendo con un cultivo de maíz, Scopel *et.al.* (1988) encontraron que el primer pico de producción de panojas ocurre en diciembre (58 % del total de panojas) y el segundo a fines del verano, aún cuando el 90 % de las semillas son aportadas por las panojas de aparición temprana. El mismo comportamiento se ha observado para poblaciones vegetando en cultivos de soja: el primero de los flujos se observa hacia fines de febrero y el segundo durante mayo-abril (Giuggia, 1987; Tuesca, 1991).

La dispersión de las semillas puede producirse a través de distintos agentes, como es el agua de irrigación (en los sistemas bajo riego) y también por escorrentía superficial en campos con pendiente en los sistemas de producción de secano. Los herbívoros que consumen esta maleza eliminan las semillas a través de las heces, con diferente nivel de dormición, sin pérdida de viabilidad (Ghersa & Satorre, 1982; Ghersa *et.al.*; 1983). Probablemente las aves puedan dispersar a gran distancia esta maleza, pero no hay estudios realizados en este sentido.

Se considera que las dos fuentes principales de dispersión secundaria son los granos o semillas para la siembra contaminadas con esta maleza y el equipo de cosecha. Si los estándares de calidad de semillas fiscalizadas son efectivos y se cumplen las normas, ninguna semilla debería tener presente a la maleza, de manera que el principal factor de dispersión emergente es la cosechadora y su equipo complementario. Dado que los sistemas de clasificación y limpieza de la cosechadora maximizan la limpieza del grano que va a la tolva, los restos vegetales que se derivan por la cola incluyen semillas de la maleza cuando se trillan lotes infestados. Por otra parte, muchas de ellas pueden quedar alojadas en los sistemas internos de la máquina, "viajando" largas distancias desde el sitio original. Hemos dicho "equipo de cosecha" porque la difusión de la maleza también puede ocurrir por la vía de sinfines, volquetes, carros tolvas y vehículos complementarios, los que, pueden alojar semillas incluso en la banda de rodamiento de sus neumáticos⁴.

El aporte de semillas por plantas que crecen en las banquetas o alambrados no significaría una vía rápida de invasión al campo bajo cultivo, ya que las mismas no poseen atributos que hagan efectiva la dispersión por el viento. Un estudio realizado por Ghersa *et. al.* (1990) establece que más del 90 % de las semillas producidas, caen en la base de la planta, dado su relativo alto peso. Las semillas que llegan a la superficie del suelo exhiben elevada dormición.

Las alternativas que puede sufrir una semilla que se aporta al banco superficial del suelo son las siguientes:

- a) Que sea predada,

4 Maroni, J, comunicación personal.

- b) Que se incorpore al banco profundo y forme parte de subpoblaciones que empiezan a experimentar diferente nivel de desbloqueo de la dormición (ver más adelante) y
- c) que germine.

Los niveles de predación suelen ser muy importantes si las semillas se encuentran en el banco superficial. Varios experimentos han permitido cuantificar las pérdidas por predación y en todos ellos se concluye que la misma es muy elevada, alcanzando valores de hasta el 70 % de los aportes de un ciclo (Tuesca, 1991). Scopel *et.al.*, demostraron que la predación es densoindependiente y que disminuye sustancialmente cuando las semillas están cubiertas por una capa de suelo de sólo 1 cm.⁵.

Las semillas recién dispersadas exhiben elevada viabilidad (superior al 85 %) y un alto grado de dormición (Harrington, 1946; Taylorson y Mc Whorter, 1969; Leguizamón, 1986; Giuggia, 1987). Los factores involucrados y los requerimientos necesarios para desbloquear la dormición han sido estudiados por Harrington (op.cit); Taylorson y Mc. Whorter (op.cit.); Huang y Hsiao, 1987; Hsiao y Huang, 1988.

Benech Arnold *et.al.*; (1990).han estudiado exhaustivamente la dinámica de la pérdida de dormición y los requerimientos necesarios para que las semillas se desbloqueen y germinen. En el banco del suelo se suelen encontrar fracciones o subpoblaciones de semillas con diferente nivel de dormición: las semillas recién dispersadas (Estado Tipo III) que presentan un grado de dormición profundo y no exhiben respuesta alguna a la temperatura, las pertenecientes a la subpoblaciones de Tipo II, que requieren de un número mínimo de ciclos de temperaturas alternas para desbloquear ($\Delta T > 10^{\circ} C$) y un umbral mínimo de $8.5^{\circ} C$ y las de Tipo I, ya desbloqueadas, que germinan a una tasa que se incrementa a medida que la temperatura del suelo por encima del umbral es mayor Este complejo mecanismo evolutivo permite a la semilla de la maleza no sólo detectar la existencia de canopeos, sino también censar la profundidad a la que se encuentra, muy relacionada con sus chances de éxito para emerger.

La dinámica de emergencia de las plántulas generadas por semillas desbloqueadas (subpoblaciones tipo I) en sistemas bajo cultivo se ha estudiado para sistemas de cultivo con labranzas convencionales (Leguizamón, 1986; Scopel et. al; 1988). Estudios iniciados en 1999 en sistemas bajo siembra directa constituyen la base del desarrollo de modelos de predicción que pueden ser de gran valor tanto a la hora de diseñar la táctica de control (herbicida pre o postemergente) como para la organización y logística de la pulverización. : ya se dispone de una función que describe el proceso a partir de información climática y de el ambiente agronómico (suelo-cultivo antecesor-labranza), basadas en las aproximaciones propuestas por Forcella (1996), (Leguizamón, 2006, en redacción).

En el ambiente de cultivos estivales, una vez que las plántulas se instalan, comienzan a producir rizomas, los que no se diferencian de los rizomas originados por plantas de origen asexual. Normalmente, una plántula comienza a formar rizomas luego de unos 35 a 40 días del inicio de su emergencia y el sistema rizomatoso que genera exhibe un comportamiento similar al de los rizomas terciarios. (Ladelfa, 1984).

La magnitud de este proceso está fuertemente influenciado por la densidad de plantas adultas originadas a partir de rizomas, es decir existe una complementariedad intraespecífica (ver más adelante).

⁵ Los agentes de predación son esencialmente mamíferos roedores de los géneros *Calomys* y *Akodon* (Ghersa, no publicado), frecuentes en los agroecosistemas de la pampa ondulada (Dalby, 1975).

La longevidad de las semillas en el suelo es el emergente de los procesos anteriormente mencionados (desbloqueo de dormición-germinación y predación) además del decaimiento o pérdida de viabilidad natural, consecuencia de los procesos de deterioro de los tejidos del embrión. Estudios realizados durante 72 meses (Leguizamón, 1986) indican que la longevidad de las semillas está relacionada en forma directa con el aumento de profundidad y en forma inversa con la intensidad de la remoción: por ej. una semilla a 2.5 cm de profundidad permanecerá viable por menos tiempo que una ubicada a 15 cm, pero ambas sufrirán una pérdida de viabilidad más lenta si se encuentran en un sistema sin remoción.

Los procesos mencionados se integran en un modelo conceptual desarrollado por Vitta, *et al* 1991, para la secuencia trigo/soja, el cual propone criterios tendientes a prevenir el éxito ecológico de la maleza en la rotación considerada. En la misma línea y a partir de sus datos experimentales Scopel *et.al.* (1988) construyeron un modelo que permite predecir el potencial de multiplicación por semilla, concluyendo que la tasa de multiplicación de la población de plántulas provenientes de semillas es inferior a 1 y que si la maleza dependiese solamente de la multiplicación sexual la población original se extinguiría, al menos en el contexto de un cultivo de maíz.

Por lo expuesto, el número de generaciones posibles para distintas cohortes de plántulas no es grande y su mortalidad es elevada bajo las condiciones de clima y cultivo de la pampa ondulada en condiciones de labranza convencional⁶, considerándose que la propagación sexual no constituye una estrategia exitosa desde el punto de vista de la persistencia de la maleza en el campo. Las diferencias climáticas, asociadas a un mayor éxito demográfico de las poblaciones de plántulas (menor mortalidad, mayor número de generaciones), parece ser la gran diferencia que exhibe el funcionamiento de la maleza en los sistemas de producción del NOA, un escenario con un mayor número de “biociclos” disponibles para el éxito de la reproducción sexual que los disponibles en la pampa ondulada, según la propuesta reciente de Ghersa (2006), al presentar una hipótesis acerca de la aparición de poblaciones resistentes a glifosato en Tartagal (Salta).

4.2. Dinámica de la reproducción asexual.

Los rizomas constituyen un mecanismo de propagación muy eficaz y –desde el punto de vista evolutivo- constituyen uno de los pilares de la persistencia de esta maleza en una gran variedad de agroecosistemas y amplias latitudes, desde que se replican genotipos exitosos y adaptados. Como dato ilustrativo, una planta aislada puede producir de 40 a 90 m de rizomas en una sola estación de crecimiento (Lolas & Coble, 1980). La producción de rizomas en un ambiente bajo cultivo es muy variable y entre otros factores, influyen la densidad de la maleza y el ecotipo (Mc Worther & Jordan, 1976b) El avance de la maleza en latitudes muy altas del hemisferio norte, en Canadá, con suelo cubierto de nieve durante el invierno, se debe a ecotipos que han modificado las características de producción y localización de los rizomas (Warwick *et.al.*; 1986).

Tanto el cultivo que interactúa con la maleza y su diseño de manejo, además de la provisión de recursos ambientales, influyen como es de prever, la producción de

⁶ Los experimentos fueron realizados por Scopel *et. al* (1998) bajo labranza convencional, siendo el principal factor de mortalidad el control mecánico entre líneas de maíz (escardillo). Experimentos en marcha donde se compara la dinámica de emergencia de tratamientos con herbicidas residuales versus herbicidas postemergentes en sistemas bajo Siembra Directa aportarán mayor información sobre este punto (Leguizamón *et. al*; 2006).

rizomas (Leguizamón, 1983; Leguizamón et. al; 1986; Leguizamón et. al, 1991; Puricelli, 1993; Leguizamón, 2003). En términos generales más de 2/3 de la producción total de rizomas ocurre en la mitad del tiempo térmico total transcurrido entre la siembra y la cosecha de un cultivo.

La exposición de rizomas a condiciones adversas durante los barbechos ha sido una de las tácticas de control mecánico más utilizadas, especialmente antes de la aparición de herbicidas selectivos (Lombardo *et.al.* 1984). Los rizomas pueden tolerar una deshidratación de 5 a 25 % de su peso fresco original sin que se afecte la brotación (Mc Worther, 1972) si bien los rizomas más largos pueden tolerar mayor deshidratación que los cortos. Estudios realizados por Cardinali y Mitidieri (no publicado) han demostrado que cuando el contenido de agua de los tejidos de los rizomas decae por debajo del 25 % del original, la viabilidad de las yemas es casi nula. Las temperaturas extremas del invierno causan mortalidad de yemas: temperaturas de -2 a -4 °C por unas pocas horas también causan la muerte de las yemas: reducidos niveles de fructosanos (Hull, 1970) o de ácidos grasos no saturados (Stoller, 1977) parecen explicar la intolerancia de los rizomas a bajas temperaturas.

La temperatura base de brotación de la yemas, que en general no exhiben dormición, es de 6.2 °C (Leguizamón, 2003) de manera que si existe un nivel razonable de humedad, las yemas existentes en los rizomas primarios (terciarios del año anterior) inician su brotación, generando vástagos aéreos que –inicialmente- dependen de los fotoasimilados contenidos en el rizoma hasta que son autótrofos: a partir de allí el sentido de circulación de los fotoasimilados se invierte y la población de macollas inicia la formación de la corona y de nuevos rizomas. La no brotación de yemas viables en los rizomas puede deberse a una temperatura de suelo por debajo del umbral o a la manifestación de una inhibición correlativa por dominancia apical (Hull, 1970). Esta última característica, si bien constituye uno de los argumentos que promueven la utilización de herramientas de labranza con el fin de seccionan los rizomas en fragmentos relativamente pequeños, no es tan general.

Según Ramaswamy (1973) el desarrollo de rizomas es un carácter dominante, controlado por tres genes aditivos. Uno de estos genes se encuentra en las formas diploides o tetraploides de *S. halepense* y los otros dos en *S. alnum* una especie caracterizada por rizomas de crecimiento definido, no invasora.

La observación de una población de rizomas en el suelo de un campo invadido permite constatar una enorme variedad de formas, tamaños e incluso niveles de brotación. También su distribución vertical en el perfil está afectada por las características del mismo y también por el tipo y oportunidad de labores que se hayan realizado. En argiudoles con B textural densificado como puede darse en muchos campos del sur santafesino, más del 95 % de la biomasa de rizomas se concentra en los primeros 15 cm. del perfil. La ubicación en el perfil puede diferir en suelos más profundos o bien con alta longevidad bajo el sistema de siembra directa.

El diseño de distribución horizontal es contagioso (Soriano *et.al.* 1976). Las estimaciones de densidad poblacional que se utilizan no sólo para el estudio de la dinámica poblacional sino también para la toma de decisiones en base a umbrales deben tener por lo tanto este aspecto en cuenta (véase más adelante, función de daño).

Si se realiza una estimación periódica de la biomasa de rizomas durante todo el año, se obtiene una función de tipo sinusoidal, la cual exhibe valores máximos hacia el fin del

verano e inicios del otoño y valores mínimos hacia el fin del invierno e inicios de la primavera.

Glucosa, fructosa y sacarosa son los principales azúcares solubles en agua que se encuentran tanto en los rizomas como en hojas y macollas (Mc Whorter, 1974). Tanto el consumo de sustrato por respiración (metabolismo de mantenimiento) durante el invierno, como la removilización de reservas para sustentar el crecimiento de estructuras aéreas (macollas) caracterizan el segmento decreciente de la biomasa de rizomas. La glucosa y otros carbohidratos solubles decrecen en los rizomas durante las primeras tres semanas del crecimiento de la fracción aérea. Los procesos involucrados en el segmento creciente comprenden a la formación de fotoasimilados y su transporte hacia el sistema subterráneo, con una tasa de acumulación elevada (Leguizamón, 2003). Durante la etapa de acumulación de biomasa subterránea las concentraciones de los carbohidratos mencionados aumentan.

Es importante recalcar que la fracción decreciente se reinicia toda vez que el sistema aéreo se destruye; como consecuencia de la perturbación del sistema de macollas por bajas temperatura invernales (heladas), a causa de un control mecánico durante la primavera o el verano, por la acción de herbicidas de contacto o por una pobre actividad de un herbicida sistémico. Cualesquiera sea la razón por la que la estructura aérea se ha destruido, siempre se pueden delimitar dos fases en la dinámica de rizomas: una primera en la cual los niveles totales de biomasa decrecen y otra caracterizada por un rápido incremento de su biomasa: el umbral entre ambas etapas se sitúa en los 180-200 GD⁷: este umbral indica por tanto el inicio de formación de nuevos rizomas (Leguizamón, 1997, 2003)

Por lo antedicho, el modelo sinusoidal de la población de rizomas a lo largo del año exhibe desplazamientos en función de la secuencia de cultivos-barbechos y tipo de labranzas asociadas. Varios estudios han permitido modelar fracciones de la función sinusoidal en relación con el tipo de labranza y el cultivo posterior (Leguizamón, 1983; Leguizamón *et al.*; 1986; Leguizamón *et. al.*; 1991).

Hasta que los vástagos son autótrofos dependen del suministro de fotoasimilados almacenados en los rizomas: tanto la tasa de crecimiento como su altura durante esa primera etapa es dependiente de la longitud de aquellos dado que -en general- hay una correlación estrecha y directa entre magnitud del capital inicial y la tasa de crecimiento de las estructuras (macollas) que se generan (Lolas & Coble, 1980; Leguizamón, 2003)

El hecho de que existe un “umbral” de mínima biomasa de rizomas es de una de gran importancia para lograr máxima eficacia con las tácticas de control. Es a partir de hecho que Satorre *et.al.* (1985) plantearan la posibilidad de predecir el momento más vulnerable a partir del conocimiento de la dinámica de aparición de vástagos aéreos (asociados a la brotación de los rizomas) en base a la acumulación de grados día por encima del umbral térmico de brotación⁸

⁷ El concepto de Grados-Día es muy conveniente para describir procesos biológicos. El procedimiento de cálculo está basado en el conocimiento de la Temperatura Base o Mínima por debajo de la cual el proceso descrito no ocurre. Los GD surgen de acumular la diferencia entre la Temperatura Base y la actual (considerada a partir del promedio entre la mínima y la máxima), si se sigue un método de interpolación lineal (Wiese & Binning, 1987).

⁸ Los autores calculan los Grados-Día a partir de las diferencias entre la temperatura media diaria del aire y 15°C, temperatura base de brotación, descartando las temperaturas inferiores a dicho umbral.

Este concepto posteriormente refinado por Vitta & Leguizamón (1991) y Leguizamón (1997,1999) ha probado ser exitoso en los sistemas con cultivos estivales (maíz, soja y girasol) bajo los sistemas de cultivo de la década del 80 y 90 (Ghersa *et.al*; 1990). Sin embargo merece señalarse que la modificación del sistema de labranza, al modificar la distribución y el tipo de rizomas puede influenciar del umbral de mínima biomasa. También es necesario recalcar que las secuencias de otros cultivos pueden producir modificaciones en el modelo sinusoidal. En todos los casos resulta imperioso realizar experimentos rápidos de refinamiento en el nivel local o regional, acciones que sólo refirman la validez general del enfoque.

La tasa de generación de rizomas depende del contexto, es decir tanto de la competencia interespecífica como de la intraespecífica, pero en líneas generales la tasa es máxima en ausencia de cultivo y en niveles poblacionales muy bajos. A medida que la captación de recursos aumenta por la presencia de un cultivo competidor o por otras plantas de la misma especie, la tasa decrece. Los niveles máximos de biomasa de rizomas en un sistema bajo cultivo se sitúan en el orden de los 500 g de materia seca por m². Los rizomas constituyen, en promedio, el 30 % de la biomasa total que acumula una planta durante todo su ciclo.

Las yemas alojadas en cada nudo del rizoma y que inician su brotación cuando se supera el umbral y existe humedad del suelo suficiente continúan haciéndolo hasta principios de otoño. Las que no brotan, inician un proceso de decaimiento y finalmente mueren. La longevidad de las yemas de los rizomas terciarios en el suelo es por lo tanto de aproximadamente un año, dependiendo de la profundidad, longitud y manejo del sitio donde se encuentran (Leguizamón, 2003).

Comparativamente, la longevidad de las yemas del sistema de propagación asexual (rizomas) es claramente inferior (en el orden de meses) a la de aquellas alojadas en las estructuras de propagación sexual (embrión de las semillas), que se sitúan en el orden de años.

4.3. Estructura y dinámica de vástagos-macollas.

Como se ha dicho, la disminución inicial de la biomasa de rizomas está asociada al consumo de reservas para el mantenimiento, pero también para el crecimiento de las macollas producidas por las yemas contenidas en cada entrenudo, siempre y cuando exista temperatura y humedad en el suelo. La aparición de macollas puede describirse con varios modelos. Investigaciones recientes muestran que el modelo de tipo Weibull es el más adecuado especialmente para predecir con mayor precisión el nivel poblacional existente cuando la biomasa de rizomas se encuentra en el mínimo (Leguizamón, 2003). La aplicación de un herbicida sistémico en 180-200 GD optimiza su impacto en la población de rizomas, desde que los rizomas primarios y secundarios se encuentran en su mínimo nivel y aún no ha comenzado la producción de terciarios. La corona en este momento, tampoco exhibe un volumen importante.

Debe enfatizarse sin embargo que para ese momento térmico, el área foliar de una planta se encuentra en el orden de 150 cm² (unas diez veces inferior a la que exhibe con sólo 100 GD más), que la población de macollas es inferior al 20 % del total posible de emerger durante todo el ciclo estival y que la mayor proporción de biomasa de la maleza aún se encuentra en el sistema subterráneo (Relación BA/BS 0.7). Todos estos elementos llevan a concluir que tanto la calidad de la pulverización como la dosis que se utiliza deben ser ajustadas con el mayor de los cuidados. Dado que una de las variables más

utilizadas a nivel de campo para la toma de decisión del momento del control es la altura de las macollas, en forma general puede afirmarse que con una acumulación de 180-200 GD, las mismas exhiben una altura del orden de los 50-55 cm. (Leguizamón, 2003).

La emergencia de vástagos y macollas por sobre la superficie del suelo puede ocurrir desde rizomas ubicados a distinta profundidad y obviamente será más rápida cuanto más superficiales se ubiquen. Según Ghersa (2006), el modelo de GD de emergencia de macollas sufre un retraso de 100 GD por cada 10 cm. de aumento en la profundidad de los mismos. Otro aspecto que afecta la dinámica de aparición de vástagos o macollas y su altura, en las etapas iniciales, es la longitud de los rizomas, es decir el “capital inicial” disponible para crecimiento, según se ha descrito anteriormente. Los factores citados han sido probablemente la causa de algunas contradicciones obtenidas en algunos experimentos (Mitidieri, 1991; Tuesca *et.al.*; 1999), excepciones que confirman la regla general de que el modelo es aplicable en la mayoría de las situaciones estudiadas.

En síntesis la dinámica de la estructura de macollas es fuertemente dependiente del manejo (tipo y oportunidad de labranzas o ausencia de ellas) y del cultivo o su secuencia. Si bien existen algunas reglas, cada campo y su particular condición ambiental requiere – a partir de los conceptos generales vertidos- de un exhaustivo monitoreo del status poblacional de la maleza y el ajuste de los modelos generales a las situaciones particulares, único camino para maximizar el éxito de las tácticas de control.

Para concluir, merece señalarse que la aplicación del herbicida en el tiempo térmico señalado es compatible con la maximización del rendimiento del cultivo, pues el mismo ocurre antes de la iniciación del periodo crítico en soja (véase más adelante). Las cosas pueden ser muy distintas en el caso de un cultivo de alto costo, con menor habilidad competitiva y que acusa la presencia inicial de malezas en forma significativa, como es el caso de maíz: en este caso la realización de un programa de control en los cultivos antecesores y barbechos con el fin de disminuir la población de rizomas al mínimo y asegurar el control de plántulas generadas por el banco de semillas, con un herbicida residual resulta imprescindible.

4.4. Competencia intraespecífica y complementariedad.

Existe amplia evidencia que la selección natural por competencia conduce a una partición del ambiente, de tal manera que la competencia se minimice. En otras palabras, la selección natural opera “eligiendo” patrones de asignación de recursos con el fin de disminuir la probabilidad de extinción. De esta manera, el patrón de asignación de recursos de una especie determina, al menos en parte, su “nicho” es decir su “domicilio funcional” en una comunidad. La diferenciación de nicho y el patrón de asignación de recursos conforman el concepto de “*Estrategias Adaptativas*” propuestas primero por Mac Arthur, (1962) y luego ampliadas por Grime (1979).

Uno de los índices que permiten establecer si los componentes de una mezcla están compitiendo por recursos limitados es el denominado “Rendimiento Relativo Total (RRT) de Wit (1960). Valores de RRT iguales a 1 indican que los componentes comparten plenamente los mismos recursos limitantes, es decir no exhiben complementariedad por el uso de los mismos. Valores mayores que 1 indican que los componentes no comparten completamente recursos limitantes comunes, es decir compiten parcialmente y muestran una complementariedad parcial. Un RRT de 2 indicaría que los componentes no comparten factor limitante alguno y muestran plena complementariedad.

Trenbath (1974) por su parte propone el uso de un índice que ilustra acerca de la habilidad competitiva y que denomina "Agresividad": si A es superior a 0, la especie evaluada i) es dominante, por el contrario si A es inferior a 0 la especie j) será la dominante. Cuanto mayor sea el valor positivo o negativo de A , mayor será la habilidad competitiva de la especie.

En los estudios realizados con plantas de Sorgo de Alepo de ambos orígenes, los valores de RRT se aproximan a 1 tanto para la biomasa aérea como para la subterránea, aunque existe una tendencia a aumentar su valor cuando la densidad total se duplica, lo cual sugiere una posible diferenciación en el uso de los recursos al aumentar el estrés. Los valores de Agresividad superiores a 0 demuestran que las plantas originadas en semillas exhiben una agresividad mayor que las plantas originadas de rizomas y que su nivel de agresividad aumenta al aumentar el estrés causado por la densidad.

La complementariedad de estrategias, un término propuesto para caracterizar las respuestas de asignación de biomasa de plantas de origen sexual en presencia de densidades crecientes de propágulos (rizomas) de origen asexual, sólo se manifiesta en bajas densidades de aquella y esta respuesta coincide con determinaciones anteriores⁹.

El comportamiento en bajas densidades de plántulas confirma el fenómeno observado a campo en numerosas oportunidades: una explosiva instalación y crecimiento de plantas provenientes de semilla cuando se ha logrado importantes disminuciones en la población original de rizomas en años anteriores, fruto de un programa de control enfocado hacia la componente asexual de la población.

Las implicancias evolutivas de la existencia de nichos y estrategias complementarias sugieren una línea de investigación de primer orden, considerando además que *Sorghum halepense* es tetraploide (Bhatti, 1960) y exhibe alogamia. Desde el punto de vista agronómico, la combinación de tácticas debe ser primordial, especialmente en el caso de los herbicidas, los cuales no sólo deben apuntar a la disminución sustancial de la población de rizomas (en general post-emergentes). Los programas de largo plazo deben incluir herbicidas residuales que brinden un control a la recurrente aparición de plántulas en cada campaña.

5. Interacciones de Sorgo de Alepo con especies cultivadas.

5.1. Introducción

Como se ha dicho, el sorgo de Alepo es una de las diez malezas más importantes del mundo (Holm *et al*, 1977), en Argentina afecta principalmente a cultivos estivales (Mitidieri, 1983) y su efecto trasciende al sólo efecto competitivo, ya que la presencia de esta maleza influye en la planificación de las secuencias de cultivos y rotaciones, dado sus efectos en cultivos más sensibles a la competencia y que poseen elevado costo de implantación, como es el caso del maíz.

Estudios realizados en Texas (Stuart *et al* ; 1983; 1985) mostraron que el nivel de CO₂ intercelular se incrementa con niveles de conductancia elevada o muy bajos indicando que hay limitaciones no estomáticas para la fotosíntesis con posibles implicancias en la

⁹ Tuesca, D. I. Comunicación personal.

eficiencia del uso del agua. Estos resultados y otras observaciones de Mc Whorter soportan la teoría de que el sorgo de Alepo es menos competitivo para los cultivos hacia el final del verano, cuando la humedad del suelo es insuficiente para un crecimiento máximo: esta sería una explicación plausible para estudios de competencia realizados en soja temprana y tardía ya que los efectos de una misma densidad de la maleza son menores en sojas de siembras tardías.

Los efectos alelopáticos han sido estudiados por varios autores: en general los extractos de hojas o rizomas o bien los eluidos de suelos con alta densidad de rizomas inhiben la germinación y el desarrollo de plántulas de muchas especies cultivadas como avena, trébol, vicia, soja y trigo (Abdub Wahab & Rice, 1976; Friedman & Horowitz, 1970).

5.2. La función de daño o pérdida.

La función de pérdida es un modelo que relaciona la pérdida de rendimiento con la abundancia o biomasa de la población de malezas. El modelo de aceptación generalizada es el de una hipérbola rectangular cuyas características son las siguientes:

- a) Se producen pérdidas importantes con bajas densidades de malezas.
- b) Si bien la intensidad de la pérdida aumenta a medida que la abundancia de malezas crece, la misma lo hace a una tasa decreciente, como consecuencia de la competencia intraespecífica.
- c) La pérdida máxima no alcanza al 100 %

En E.E.U.U. (Mc Whorter & Hartwig, 1972) se ha determinado que poblaciones de 10 macollas por m^2 reducen el rendimiento de soja en 40 %. La magnitud de la pérdida sin embargo es dependiente del cultivar y del diseño de distribución espacial del cultivo: cultivares de ciclo más largo o sembrados más tardíamente son más competitivos sobre la maleza que los de siembra temprana. En cualquier caso, cuanto mayor sea la densidad y/o menor la distancia entre líneas del cultivo, menor será la pérdida de rendimiento.

En Argentina, los daños causados por el Sorgo de Alepo al rendimiento de varios cultivos fueron evaluados extensamente por diversos autores en las décadas del 80 y 90 (Mitidieri, 1983; Moreno *et al.*; 1988; Leguizamón y Vitta, 1989; Leguizamón y Faccini, 1994). Estos últimos, recopilando información de una serie de experimentos realizados en varias Estaciones Experimentales, construyeron funciones de daño para seis especies de malezas estivales en soja, según el modelo hiperbólico propuesto por Cousens (Cousens & Mortimer, 1995). Para sorgo de Alepo la pérdida se aproxima a 1 qq/ha por cada macollo / m^2 en cultivos con un rendimiento potencial del orden de 35 qq/ha, sembrados en primera época y a una distancia entre líneas de 0.7 m.

Debe asimismo tenerse en cuenta que las funciones de pérdida se construyen, en general, presuponiendo una distribución espacial aleatoria de las plantas. Salvo excepciones, ese no es el caso de las malezas en el campo, que exhiben distribuciones contagiosas (manchones) en donde operan los procesos de competencia intra-específica con mayor envergadura. Por lo expuesto, las estimaciones pueden sobreestimar las pérdidas. Pocos estudios se han realizado sobre este importante asunto y resulta muy ilustrativo un trabajo realizado recientemente por Norris *et al.* (2001) con el fin de cuantificar la pérdida de rendimiento por *Echinochloa sp* en tomate.

5.3. El periodo crítico.

El período crítico hace referencia al lapso temporal durante el cual no deben coexistir malezas vegetando con el cultivo para que éste produzca el máximo rendimiento

potencial. Experimentalmente, dos funciones de tipo logístico permiten definir tanto el inicio como su finalización (Nieto et al; 1968). En líneas generales, cualquier factor (de manejo, del sitio o del ambiente) que favorezca la habilidad competitiva del cultivo implicará una disminución de la pérdida por la maleza y un acortamiento del periodo crítico (ej. disminución de la distancia entre hileras, fertilización localizada, etc). A la inversa, cualquier factor que aumente la habilidad competitiva de las malezas y/o disminuya la habilidad competitiva del cultivo, se traducirá en un aumento de la pérdida y/o en una ampliación del periodo crítico (Ej: baja temperatura y/o lento desarrollo del área foliar, mayor abundancia y rápida emergencia inicial de malezas, etc).

En síntesis, tanto la intensidad como la duración de la competencia, es el resultado de una función compleja en la que intervienen los siguientes factores:

- Los recursos disponibles (agua, luz, nutrientes).
- El manejo del sistema (secuencias y tipos de cultivos, fecha de siembra, cultivares, distribución espacial, densidad).

Es por esta razón que las numerosas investigaciones realizadas tanto en el país como en el exterior muestran diferencias en sus resultados, y aún de un año a otro en el mismo sitio experimental: tanto la intensidad de la competencia como la duración del periodo crítico son muy variables y difíciles de predecir. Para brindar una idea, un estudio de 6 años realizado en Mississippi (Mc Whorter, 1987) predice que el número de semanas necesarias para la iniciación del periodo crítico varía entre 3 y 8 a partir de la siembra del cultivo, dependiendo del nivel de precipitaciones.

Vitta y Leguizamón (1991) basándose en estimaciones de la dinámica de la biomasa aérea y subterránea de la maleza durante el ciclo del cultivo de soja, concluyeron que la competencia ocurre cuando la maleza cesa de reasignar biomasa a las estructuras aéreas a partir de las subterráneas y éstas inician la producción de rizomas, consumiendo recursos del ambiente que de otro modo quedarían disponibles para el cultivo, según se ha descrito anteriormente. Recordemos que en general existe un solapamiento de nichos y por lo tanto los recursos que son tomados por la maleza (en general con mayor velocidad y eficiencia) son a costa de los restados a la especie cultivada.

6. Pasado y presente. Perspectivas.

Se puede afirmar que el sorgo de Alepo es una de las especies vegetales que ostenta un récord de estrategias y metodologías usadas en la productividad agropecuaria para limitar su crecimiento y difusión. Además de los métodos preventivos y el diseño de herramientas específicas para el control mecánico utilizados desde hace más de 25 años su presencia ha sido motivo del uso de una gama creciente de herbicidas al principio no selectivos, como el glifosato aplicado con el equipo popularizado “de sogas”, y luego el desarrollo y difusión de una gama de herbicidas selectivos, tanto de aplicación en pre-siembra como en post-emergencia. El uso de productos químicos se ha incrementado en años recientes, particularmente en cultivos de verano, como consecuencia de la generalización de la siembra directa, los cultivos transgénicos y el uso masivo del herbicida glifosato (sales del ácido n-fosfono-metil-glicina) (Leguizamón, 2001).

Si bien el sorgo de Alepo presenta una abundancia regional significativamente menor que en décadas anteriores, también es cierto que aún permanece ampliamente difundido en

los ecosistemas agropecuarios con cultivos primavera-estivales y lo que no es menos importante, con una frecuencia que tiene el carácter de estable para los últimos diez años. Relevamientos realizados en las campañas 2001 a 2006 en un área que tiene como eje la Facultad de Ciencias Agrarias (UNR), de unos 150 km alrededor de Rosario, muestran que si bien su frecuencia en un lote en particular es baja, en más del 60 % de 126 lotes relevados la maleza está presente (Leguizamón, *et al* 2006)

Lo expuesto lleva a inquirir en forma casi inevitable: ¿cuáles son las razones que han facilitado la persistencia del sorgo de Alepo en los sistemas agropecuarios modernos, habida cuenta de la enorme presión de control realizada por un uso masivo de herbicidas de gran eficacia? Las respuestas a preguntas de este tipo pueden incluir, con una visión utilitaria y aplicada, plantear nuevas prácticas de manejo tendientes a aminorar su presencia en los sistemas que coloniza.

Se presume que la tendencia hacia la disminución / eliminación de las labranzas (AAPRESID, 1999), tendría como secuela cambios en la longevidad de las estructuras de persistencia (semillas, coronas y rizomas) y en la dinámica del crecimiento y desarrollo de las estructuras aéreas y subterráneas que favorecerían su persistencia bajo las nuevas condiciones de cultivo.

De igual modo, los cambios de manejo del sistema, pueden afectar la dinámica del reclutamiento e instalación de plántulas, una estrategia que aparece muy dependiente de la población inicial de rizomas. Estas hipótesis acerca de su persistencia se amplían a una escala significativamente mayor si se agrega el hecho de la aparición de biotipos resistentes a glifosato, un hecho comprobado en el noroeste del país recientemente. Para complicar aún más el panorama, cabe señalar además que biotipos de EE.UU exhiben resistencia a los herbicidas graminicidas tipo ACCASE, (ALS= imidazolinonas) y Trifluralina (Heap, 2006).

7. Epílogo.

La base de conocimientos ofrecida tiene por objeto implementar una estrategia de manejo integrado, que implique el cumplimiento oportuno y sistemático de cuatro objetivos básicos:

- a) Destruir la población de yemas existentes en los rizomas.
- b) Impedir la formación de nuevos rizomas.
- c) Impedir la producción y/o aportes de semillas.
- d) Disminuir la población de semillas en el banco.

Los cuatro objetivos deben enmarcarse en el programa de rotaciones o secuencias de cultivos y sus respectivos barbechos, de manera de optimizar tanto las tácticas de control como la habilidad competitiva de los cultivos. Mientras el conocimiento avanza, la mejor herramienta que un técnico puede utilizar es la de un monitoreo y registro concienzudo y frecuente de los lotes, incluyendo los márgenes. La detección y eliminación temprana de los focos de invasión y la prevención constituyen las mejores inversiones, las que bajo formas y metodologías relativamente sencillas, pueden evitar la diseminación de la maleza en todo el campo. La disponibilidad de equipos de GPS cada vez más precisos y de relativo bajo costo brinda una herramienta de gran utilidad para realizar mapeos y consecuentemente poner en práctica la pulverización "sitio-específica".

Para concluir es necesario enfatizar que *los agroecosistemas son sistemas muy complejos y dinámicos y el manejo de sus partes implica cambiar el paradigma de soluciones sencillas por opciones inteligentes.*

8. Bibliografía

AAPRESID.1999. Expansión de la SD en la Argentina. Cartilla de Actualización Técnica. Pp 3

Abdul-Wahab, A.S and E.L.Rice. 1967. Plant inhibition by johnsongrass and its possible significance in old-field succession. Bulletin of the Torrey Botanic Club. 94:486-497.

Benech Arnold, R.L; Ghera, C.M; Sánchez, R.A y Insausti, P.1990. A mathematical model to predict Sorghum halepense (L.) Pers seedling emergence in relation to soil temperature. Weed Research 30: 91-99.

Bennett, H.W. 1973. Johnsongrass, carpetgrass and other grasses for the humid south. Pages 286-293. in: ;E. Heath, D.S.Metcalf and R.F.Barnes, eds. Forages. Iowa State University Press. Ames. IA. USA.

Bhatti, A.G. J. E. Endrizzi and R.G. Reeves.1960.Origin of Johnsongrass. Journal of Heredity 107-110.

Blum, A. 1975. Effects of the BM gene on the epicuticular wax deposition and the spectral characteristics of sorghum leaves. Sabrao J. 7:45-52.

Burkart, A. 1969. Flora Ilustrada de Entre Ríos. Tomo VI, Parte II Gramíneas. Colección Científica del INTA. 551 pp.

Burt, G.W. y I.M. Wedderspoon. 1971. Growth of Johnsongrass selections under different temperatures and dark periods. Weed Science 19: 419-423.

Cousens, R. y Mortimer A, M; 1995. Dynamics of Weed Populations. Cambridge University Press. UK. 332 p.

Dalby, P.L. 1975. Biology of Pampa rodents, Balcarce Area. Argentina. Biology Series. Publications of the Museum, Michigan State University, Biological Series (5(3), 149-272.

De Wet, J.M.J. 1966. The origin of weediness in Plants. Proceedings of the Academy of Sciences Forum. Oklahoma. USA. 14-17.

Esau, K. 1965. Vascular differentiation in plants. Holt, Rinehart and Winston. New York. 160 pp.

Esau, K. 1982. Anatomía de las plantas con semillas. Hemisferio Sur. Buenos Aires . 512 pág.

Forcella, F .1998. Real Time assessment of seed dormancy and seedling growth for weed management. Seed Science Research 8:201-209.

Friedman, T and M. Horowitz. 1970. Phytotoxicity of subterranean residues of three perennial weeds. Weed Research. 10:382-385.

- Gattuso, M; Gattuso, S y Ferri, A. 1998. Anatomical study on the origin and development of the crown and silica deposition in Johnsongrass (*Sorghum halepense* (L.) Pers. *Phytomorphology* 48 (4): 357-370.
- Ghersa, C.M. 2006. Porqué la resistencia al glifosato en Sorgo de Alepo apareció en el norte de la Argentina?. Taller SENASA-Sorgo de Alepo. Buenos Aires. Octubre 2006.
- Ghersa, C.M; E.H.Satorre y M.L.van Esso. 1985. Seasonal patterns of Johnsongrass seed production in different agricultural systems. *Israel Journal of Botany*. 34(1):24-31.
- Ghersa, C.M; E.H.Satorre, M.I.Van Esso; A. Pataro y Elizagaray. 1990. The use of thermal calendar models to improve the efficiency of herbicide applications in *Sorghum halepense* (L.) Pers. *Weed Research* 30:153-160.
- Ghersa, R; .J. León y E .Satorre.1983. Dinámica de la población de rizomas de sorgo de Alepo. Importancia de las plantas menores de un año. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 22(1-4) 345-352.
- Giordani, C. y M. Miguens, 1978. Cuadernos de Actualización Técnica 22. Sorgo de Alepo. AACREA, Buenos Aires.
- Giuggia, E.A. 1987. Informe de Beca de Perfeccionamiento. CONICET:
- Grime, J.P. 1979. *Plant Strategies and Vegetation Processes*. Wiley. Chichester. UK
- Harper, J.L. 1977. *Population Biology of Plants*. Academic Press.892 p.
- Harrington, G.T. 1946. Germination and viability of Johnsongrass seeds. *Proceedings of the Association of Official Seed Analysts*, 10: 71-76.
- Heap, I. 2006.HRAC. The herbicide Resistance Action Committee. www.weedscience.org
- Holm, L.; D.L. Plucknett; J.V. Pancho y J.P. Herberger. 1977. *Sorghum halepense* (L.) Pers..En: *The World's Worst Weeds: Distribution and Biology*, pp 64-61. The University Press of Hawaii, Honolulu.
- Horowitz, M. 1972a. Early development of Johnsongrass. *Weed Science* 20 (3). 271-273.
- Horowitz, M.1972b. Seasonal development of established johnsongrass. *Weed Science* 20(4), 392-395.
- Hsiao, A.I and W.Z Huang, 1988. Induction of germination of skotodormant seeds of Johnsongrass, *Sorghum halepense* (L.) Pers. *Weed Research*, 28; 163-174.
- Huang, W.Z and A.I.Hsiao, 1987. Factors affecting seed dormancy and germination of Johnsongrass, *Sorghum halepense* (L.) Pers. *Weed Research*, 27,1-12.
- Hull, R. J. 1970. Germination control of Johnsongrass rhizome buds. *Weed Science* 18 (1), 118-121.
- Knight, W. y H. Bennet; 1953. Preliminary report on the effect of photoperiod and temperature on the flowering and growth of several southern grasses. *Agronomy Journal* 45: 268-269.
- Ladelfa, A. 1984. Control de Sorgo de Alepo en soja. INTA Pergamino.

Leguizamón, E.S.1999. The refinement of the population model of *Sorghum halepense* (L.) Pers under a soybean crop. Proc 1999 British Crop Protection Conference-Weeds.Brighton. UK. 364-372.

Leguizamón, E.S.1997. Refinamiento del modelo poblacional de sorgo de Alepo (*Sorghum halepense*. L. Pers). Efecto de la longitud de los rizomas. Optimización del impacto herbicida. Congreso 1997 de la Sociedad Española de Malherbología, 96-102.

Leguizamón, E.S Vitta, J.I; Puricelli, E y Tuesca, D. 1991. Johnsongrass (*Sorghum halepense* L. Pers.) rhizome population dynamics and damage in soybean (*Glycine max*. L. Merr.) and maize (*Zea mays*. L.) crops. A simulation approach. XII International Plant Protection Congress. Rio de Janeiro. Brasil.

Leguizamón, E.S y Faccini, D. 1994. Función de daño y cálculo de pérdidas por malezas en el cultivo de soja. Informe Técnico No 296. INTA Pergamino, 19 pp.

Leguizamón, E.S. 1983. Dinámica poblacional de sorgo de Alepo (*Sorghum halepense*. L.Pers) en soja. Enfoque del estudio. Primeras estimaciones del impacto de diferentes niveles de control en el banco de propágulos. Estación Experimental Agropecuaria Oliveros INTA. Informe Técnico N° 32. 12 p.

Leguizamón, E.S. 2001. Transgenic plants in Argentina: present status and implications. AgBiotechNet Vol 3. December, ABN 077.

Leguizamón, E.S. 2003. Biología poblacional de Sorgo de Alepo *Sorghum halepense* L. Pers. Estrategias complementarias y efectos del sistema de manejo. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Rosario. 135 p.

Leguizamón, E.S.1999. The refinement of the population model of *Sorghum halepense* (L.) Pers under a soybean crop. Proc 1999 British Crop Protection Conference-Weeds. Brighton. UK. 364-372.

Leguizamón, E.S; Brovelli E; Allieri L; Giuggia A. E. 1986. Dinámica poblacional de sorgo de Alepo (*Sorghum halepense*.L. Pers.) en la secuencia trigo/soja. IDIA-INTA 437-440, 44-48.

Leguizamón, E.S; Cabrera, G ; Fraticelli, M.F ; Campos, V y Pavone, Z. 2006. Control y dinámica de la población de malezas en maíz y soja RR: comparación de glifosato con herbicidas residuales. Mercosoja. Actas.

Leguizamón, E.S; Ferrari, G; Lewis, J.P, Torres, P.S, Zorza, E Daita, F ; Sayago, F ; Galletti, L ; Tettamanti, N ; Molteni, M ; Ortiz, P ; Agueci, D y Conti, R 2006. Las comunidades de malezas de soja en la región pampeana argentina: monitoreo de cambios bajo el sistema de siembra directa. Mercosoja. Actas.

Leguizamón, E.S: y J.I. Vitta. 1989. Análisis de la función de daño por Sorgo de Alepo (*Sorghum halepense* (L.) Pers.) en soja (*Glycine max* (L.) Merr.). Actas IV Conferencia Mundial de Investigación en Soja. Tomo IV.

Leiva, P. y Iannone, N. 1994. Soja: el problema de las malezas y su control: 2ª parte. Carpeta de Producción Vegetal. Area Agronomía. EEA.INTA Pergamino. Información No 119.

Lolas, P.C y Coble, H.D. 1980. Johnsongrass (*Sorghum halepense*) growth characteristics as related to rhizome length. Weed Research 20: 205-210.

Lombardo, A.P; E.S. Leguizamón y J. Alvarez. 1984. Efecto de labranzas estivales e invernales en la población de sorgo de Alepo. Actas de la Xa Reunión Argentina sobre la Malezas y su Control. Tucumán, Argentina.

Looker, D. 1981. Johnsongrass has an Achilles heel. *New Farm* 3: 40-47.

Mc Arthur, R.H. 1962. Some generalized theorems of Natural Selection. *Proceedings of Science of the USA* 48:1893-1897.

Mc Whorter, 1971. Growth and development of Johnsongrass ecotypes. *Weed Science* 9:558-562.

Mc Whorter, C. 1971. Anatomy of Johnsongrass. *Weed Science* 19 (4) 385-393.

Mc Whorter, C. G. 1974. Water-soluble carbohydrates in Johnsongrass. *Weed Science* 22 (2) , 159-163.

Mc Whorter, C.G & E.E.Hartwig. 1972. Competition of johnsongrass and cocklebur with six soybean varieties. *Weed Science* 20:56-59.

Mc Whorter, C.G y T.N.Jordan. 1976a. The effect of light and temperature on the growth and development of Johnsongrass. *Weed Science* 24(1) 88-91.

Mc Whorter, C.G y T.N.Jordan.1976b. Comparative morphological development of six Johnsongrass ecotypes. *Weed Science* 24(3) 270-275.

Mc Whorter, C.G. 1972. Factors affecting Johnsongrass rhizome production and germination. *Weed Science* 20 (2). 41-45

Mc Whorter, C.G. 1989. History, biology and control of Johnsongrass. *Review of Weed Science* 4: 85-121.

Mc Whorter, C.G.1961. Morphology and development of Johnsongrass plants from seeds and rhizomes. *Weeds* 9: 558-568.

Metcalf, C. 1960. Anatomy of the monocotyledons. I. Graminae. p. 453-455. Oxford Clarendon Press.

Mitidieri, A.1983. El sorgo de Alepo. Importancia, biología y aspectos básicos para su control. Panel de Expertos en Ecología y Control de Malezas Perennes. FAO, Santiago de Chile, pp. 1-43.

Mitidieri, A.1984. sorgo de Alepo: importancia, biología y aspectos básicos para su control. *Biokemia* 25-36.

Mitidieri, A.1991.Evaluación de parámetros para la determinación de la época óptima de aplicación de graminicidas para el control de sorgo de Alepo en soja. Resúmenes XII Reunión Argentina sobre la Maleza y su control. Mar del Plata, 9-12.

Moreno, R.E.; I.M. Pellizón; B.L. Massiero y D.R. Bianchi 1988. Incidencia de sorgo de Alepo (*Sorghum halepense* (L.) Pers. en el rendimiento de soja. *Malezas* 16 (3): 70-73.

Nieto, J; M.A Brondo y González, J.T. 1968. Critical periods of the crop growth cycle for competition from weeds. *Pest Articles and News Summaries*, 14: 149-166.

- Norris, R.F., Elmore, C. L., Rejmánek, M; Akey, W.C. 2001. Spatial arrangement, density, and competition between barnyardgrass and tomato: I. Crop growth and yield. *Weed Science* 49 (1): 61-68.
- Puricelli, E, 1993. Influencia del espaciamiento entre filas y de la competencia de sorgo de Alepo sobre el rendimiento de soja tardía. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 28, 1319-1326.
- Ramaswamy, K.R. 1973. Rhizome expression in Sorghum. *Madras Agricultural Journal*, 60: 1247-1249.
- Rossi, A; J.C. Ponsa y S. Cepeda. 1994. Manejo integrado de sorgo de Alepo en distintos sistemas de labranzas. INTA Pergamino. *Carpeta de Producción Vegetal*. Información N° 122, 6 p.
- Sakri, F.A.K; Hull, R.J.Environmental control of Rhizome initiation in Sorghum halepense (L.)Pers. plants. *Australian Journal of Agricultural Research* 2: 355-376.
- Satorre, E.H; C.M. Ghera y A.M.Pataro.1985. Prediction of Sorghum halepense (L.) Pers rhizome sprout emergence in relation to air temperature. *Weed Research* 25:103-109.
- Satorre, E.H; Ghera, C.M; León R.J.1982. Comportamiento de la población de rizomas de sorgo de Alepo en sistemas de cultivo de soja. IX Reunion sobre la Maleza y su Control. I-22.
- Scopel, A; Ballaré,C; Ghera, C.M. 1988. Role of seed reproduction in the population ecology of Sorghum halepense in Maize crops. *Journal of Applied Ecology*, 25, 951-962.
- Silvertown, J.W. 1982. *Introduction to Plant Population Ecology*. Longman Inc. New York, 210 p.
- Soriano, A; Ghera, C. M y R. Kirton. 1976. Efectos producidos por tres profundidades de entierro sobre el desarrollo de sorgo de Alepo a partir de distintos tipos de rizomas. *Malezas y su control*.
- Stoller, E.W. 1977. Differential cold tolerance of quackgrass and johnsongrass rhizomes. *Weed Science*. 25:248-351.
- Stuart, B.L;J.R Abernathy and D.R.Krieg. 1983. The effect of plant water status on Johnsongrass physiology. *Proc. South. Weed. Sci. Soc.* 36-351.
- Sturar, B.L; D.R.Krieg and J.R.Abernathy. 1985. Photosynthesis and stomatal-conductance responses of Johnsongrass (*Sorghum halepense*) to water stress. *Weed Science* 33: 635-639.
- Trenbath, B.R. 1974. Biomass productivity of mixtures. *Advances in Agronomy*, 26 . 177-210.
- Tuesca, D. 1991. Análisis cuantitativo del aporte de semillas de sorgo de Alepo en cultivos de soja. Importancia de la predación superficial. Resúmenes de la XIV Reunión de Ecología. Jujuy.

Tuesca, D; Puricelli, E.C.; Nisensohn, L; Faccini, D y Papa, J.C.1999. Decision criteria for optimizing postemergence Johnsongrass (*Sorghum halepense*) control in soybeans. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira* 34(5): 749-753.

Vitta, J.I y Leguizamón E.S. 1991. Dynamics and control of *Sorghum halepense* (L.) Pers. shoot populations: a test of a thermal calendar model. *Weed Research* 31: 73-9.

Warwick, S. I; D. Phillips y C. Andrews. 1986. Rhizome depth: the critical factor in winter survival of *Sorghum halepense* (L.) Pers (Johnsongrass). *Weed Research* 26: 381-387.

Warwick, S.I y L.D Black.1983. The biology of Canadian weeds.61: *Sorghum halepense* (L.) Pers. *Canadian Journal of Plant Science* 63: 997-1014.

Warwick, S.I; B.K. Thompson y L.D Black.1984. Population variation in *Sorghum halepense*, Johnsongrass, at the northern limits of its range. *Canadian Journal of Botany* 62:1781-1790.

Watkinson, A.R. 1985. Plant responses to crowding. *Studies on Plant Demography* (Ed. By J. White) pp 275-289- .Academic Press. London.

Wiese, A.M y L.K. Binning. 1987. Calculating thresholds temperature of development for weeds. *Weed Science* 35:177-179.

Wit, C.T.1960. On competition. *Verslagen van landbouwkundige onderzoeken*, 660: 1-82.

9. Links

Global Invasive Species Database

<http://www.issg.org/database/species/ecology.asp>

USDA – Natural Resources Conservation Service – Plants Database

<http://www.invasivespeciesinfo.gov/plants/johnsongrass.shtml>