



Pulgón Amarillo del Sorgo en la República Argentina

Distribución, impacto, biología y manejo

**Adriana Saluso, Violeta M. Casuso,
José Tarragó, Diego Szwarc,
Ignacio Luna, Marcelo Druetta y
Eduardo Trumper**

Avalan:

Programa pAT Protección Vegetal

Centros Regionales Entre Ríos, Chaco-Formosa, Santa Fe,

Tucumán-Santiago del Estero y Córdoba

Pulgón Amarillo del Sorgo en la República Argentina

Distribución, impacto, biología y manejo

Adriana Saluso, Violeta M. Casuso, José Tarragó, Diego Szwarc,
Ignacio Luna, Marcelo Druetta y Eduardo Trumper

Publicación avalada por:


Programa pAT Protección Vegetal
Centros Regionales Entre Ríos, Chaco-Formosa, Santa Fe,
Tucumán-Santiago del Estero y Córdoba del INTA


Febrero, 2022





Ministerio de Agricultura,
Ganadería y Pesca
Argentina


Autores

 **Adriana Saluso.** EEA Paraná, INTA
saluso.adriana@inta.gob.ar


 **Violeta M. Casuso.** EEA Las Breñas, INTA.
casuso.violeta@inta.gob.ar

 **José Tarragó.** EEA Las Breñas, INTA.
tarrago.jose@inta.gob.ar

 **Diego Szwarc.** EEA Reconquista, INTA.
szwarc.diego@inta.gob.ar

 **Ignacio Luna.** EEA Quimilí, INTA.
luna.ignacio@inta.gob.ar

 **Marcelo Druetta.** EEA Quimilí, INTA.
druetta.marcelo@inta.gob.ar

 **Eduardo Trumper.** EEA Manfredi, Coord. PpATPV, INTA.
trumper.eduardo@inta.gob.ar

Diseño

Lorena La Fuente. IMYZA, CICVyA, INTA.

Pulgón Amarillo del Sorgo en la República Argentina

Distribución, impacto, biología y manejo

Adriana Saluso, Violeta M. Casuso, José Tarragó, Diego Szwarc,
Ignacio Luna, Marcelo Druetta y Eduardo Trumper

Antecedentes

Desde la segunda quincena de enero de 2021, en varias Estaciones Experimentales de INTA se comenzaron a recibir numerosas consultas relacionadas a la presencia de colonias de pulgones, en las hojas de las plantas de sorgo, con características morfológicas desconocidas hasta ese momento (Casuso *et al.*, 2021; Luna & Druetta, 2021; Saluso *et al.*, 2021; Szwarc *et al.*, 2021). A partir de claves dicotómicas específicas y posterior confirmación de la Lic. Ávila, taxónoma especialista en áfidos, se determinó que se trataba de *Melanaphis sacchari* (Zehntner, 1897), conocida comúnmente como “pulgón amarillo de la caña de azúcar” o “pulgón amarillo del sorgo” (PAS). Esto constituye el primer registro de esta especie en la provincia de Entre Ríos (SINAVIMO, N° 18337, constancia del 6 de marzo de 2021).

M. sacchari es una plaga del sorgo y la caña de azúcar en muchas regiones de África, Asia, Australia, Europa (España y Grecia), Oceanía y, recientemente, algunas regiones de América (Pekarcik & Jacobson, 2021; CABI, 2022). Esta especie fue introducida en EE.UU. en la década de 1970 y solamente causaba daño a la caña de azúcar, fundamentalmente como vector de virus. En la República Argentina, si bien *M. sacchari* se había encontrado en caña de azúcar en la provincia de Tucumán (Delfino, 1984), no se tenía registro de su presencia en otras provincias de Argentina, ni en otros cultivos extensivos. A partir de 2013, en varios países de América del Norte y Central, tuvieron lugar explosiones demográficas que resultaron en daños económicos significativos en sorgos cultivados, motivando la implementación de programas de prevención y control de la plaga (Rodríguez del Bosque & Terán Vargas, 2015; Bowling *et al.*, 2016; FAO, 2016; Vayona, 2016; Nibouche *et al.*, 2018; Peña *et al.*, 2018; SENASICA, 2018; Mena García, 2021). Entre 2015 y 2016 se reportaron infestaciones relevantes del PAS en El Salvador, Nicaragua y Honduras (Rodríguez del Bosque & Terán Vargas, 2018; Mena García, 2021). En Brasil, el PAS causó daños importantes a partir de la campaña agrícola 2018/2019 (EMBRAPA, 2021). Finalmente, el PAS se reportó afectando lotes de sorgo en Argentina en la campaña 2020/21.

La diseminación rápida y masiva del PAS en Estados Unidos y México podrían asociarse a la: (I) capacidad de hibernar en plantas voluntarias de sorgo y en sorgo de Alepo; (II) capacidad de desplazamiento de las formas aladas mediante corrientes de viento; (III) capacidad de reproducción y ciclos biológicos breves; y (IV) dispersión de la plaga por las actividades humanas, por el transporte y el turismo (Bowling *et al.*, 2016). Asimismo, la alteración de hábitats naturales puede crear condiciones favorables para el establecimiento de plagas exóticas (Zapata *et al.*, 2018).

Esta especie se alimenta de la savia de la planta, causando daños tales como clorosis, reducción en la absorción de nutrientes y en la emisión de la panoja. Además, el PAS se comporta como un vector eficiente en la transmisión del virus *sugarcane yellow leaf virus* (ScYLV), patología que puede causar pérdidas en el rendimiento del orden del 20 al 60 % en cultivares susceptibles de caña de azúcar (Bertasello *et al.*, 2021). Las pérdidas en el rendimiento son variables y dependen de los niveles poblacionales alcanzados, del estado fenológico del cultivo, de la duración de la infestación (Singh *et al.*, 2004; Rodríguez del Bosque & Terán Vargas, 2018) y de la susceptibilidad de los híbridos sembrados (Sharma *et al.*, 2014; Haar *et al.*, 2019; Gordy *et al.*, 2021; Saluso *et al.*, 2021). En la Tabla 1 se presentan algunos ejemplos de pérdidas de rendimiento ocasionado por el PAS, en diferentes regiones del mundo.

Tabla 1. Pérdidas de rendimiento (%) del cultivo de sorgo ocasionado por PAS (daño directo o por transmisión de virus) en diferentes regiones del mundo.

Pérdidas de rendimiento del cultivo de sorgo (%)	País	Referencia
40-60	México	Quijano <i>et al.</i> , 2017
10-50	EE.UU.	Bowling <i>et al.</i> , 2016
11-14	EE.UU.	Grisham <i>et al.</i> , 2001
Hasta 100	EE.UU.	Seiter <i>et al.</i> , 2019
60	Sudáfrica	Matthee, 1962
12-26	India	Balikai, 2001

Situación en Argentina

Entre julio y agosto de 2021 se realizó una encuesta dirigida a ingenieros agrónomos y productores agropecuarios con la finalidad de conocer varios aspectos relacionados al manejo del PAS a nivel productivo. En total se obtuvieron 178 respuestas de nueve provincias de Argentina, representando el 5,7 % de la superficie sembrada con sorgo de la campaña agrícola 2020/21 (Figura 1). Las mayores superficies relevadas correspondieron a Entre Ríos (13,3 %) y a San Luis (13,2 %) y la menor a La Pampa (0,5 %).

Las pérdidas de rendimiento estimadas en la campaña 2020/21, como consecuencia de la incidencia del PAS, fueron en promedio 12 qq/ha, con un valor máximo de 50 qq/ha. Cabe aclarar que, si bien La Pampa reportó la mayor pérdida de rendimiento, sólo fue posible relevar el 0,5 % de la superficie sembrada con sorgo en dicha provincia (Tabla 2). Los valores de pérdida mencionados para cada provincia probablemente no sean representativos, dado que sólo se relevó un 5,7 % de la superficie de sorgo sembrada en el país.

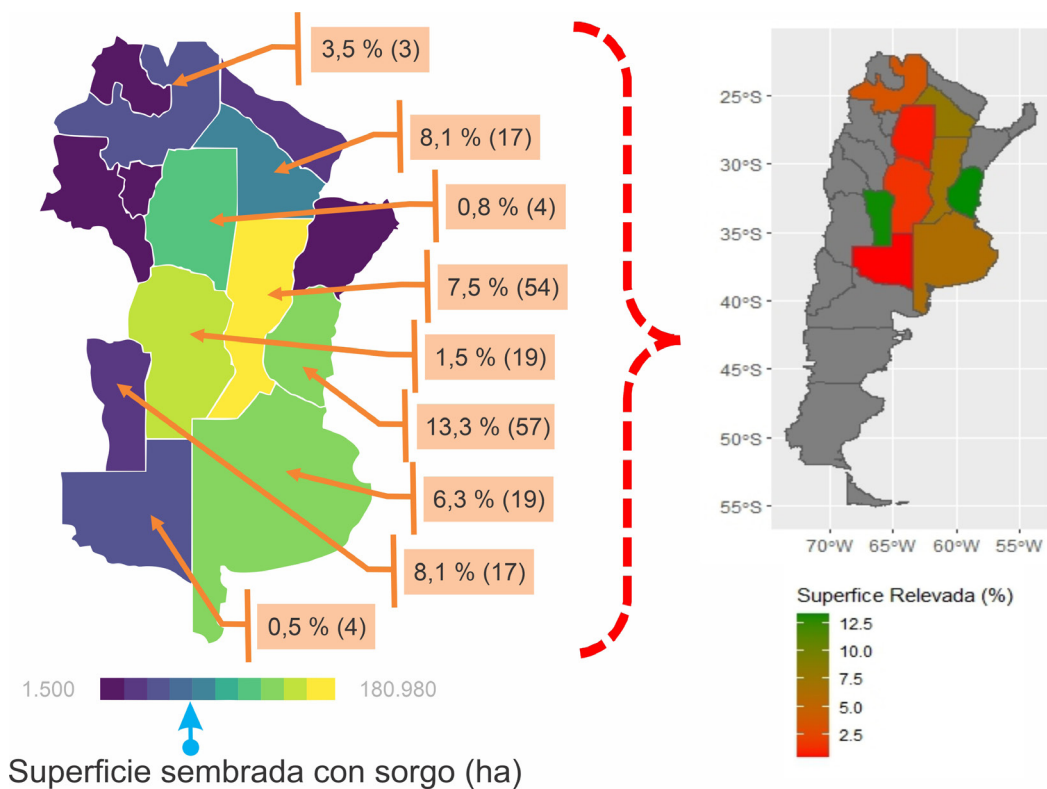


Figura 1. Superficie sembrada de sorgo (ha) en Argentina, en la campaña agrícola 2020/21 (izquierda; Fuente: MAGyP, 2021) y superficie relevada (%) por provincia (derecha): Los números entre paréntesis corresponden a la cantidad de encuestas realizadas por provincia.

Tabla 2. Pérdida de rendimiento en qq/ha como consecuencia de la incidencia del PAS en las nueve provincias argentinas relevadas.

Provincias	Pérdida promedio (qq/ha)	Rango (min-máx) (qq/ha)
Buenos Aires	12	0-47
Chaco	16	0-50
Córdoba	3	0-10
Entre Ríos	14	0-44
La Pampa	20	20-20
Salta	5	0,8-10
San Luis	0	0-0
Santa Fe	10	0-44
Santiago del Estero	6	0-11
Total general	12	0-50

Aspectos morfológicos, biología y ecología

El PAS puede alcanzar hasta 2 mm de tamaño corporal. Es de coloración amarillenta, ligeramente cubierto de cera. Cabeza con frente sinuosa. Antenas con la parte distal del anteuúltimo y del último antenómero más oscuros. Sifones más cortos que la cauda. Ambos oscuros, al igual que los últimos segmentos de las patas (Figura 2). Las formas aladas siempre son adultas; entre las formas ápteras, que en ocasiones son muy pequeñas, para confirmar que sean adultos se debe verificar que sean reproductoras y para distinguirlas, tomar en cuenta que las formas juveniles siempre son las más pequeñas, normalmente, las ninfas de primer estadio (N1) tienen cuatro artejos antenales, las de segundo y tercer estadio (N2-N3) tienen cinco artejos y en el cuarto estadio (N4); el desarrollo de los cornículos es gradual en las formas ninfales y no presentan placa genital (Peña Martínez *et al.*, 2017). En las Breñas se registraron formas aladas y ápteras de pulgón amarillo durante todo el año (Figura 3).

Antes de alcanzar la fase adulta, el PAS transcurre por 4 estadios ninfales. En zonas tropicales se reproduce en forma asexual. Cada hembra da origen a otras hembras, lo que explicaría la formación de colonias con gran cantidad de individuos. En condiciones naturales el PAS puede llegar a tener entre 50 y 60 generaciones/año (Chang *et al.*, 1982).

Su coloración es variable (de color amarillo pálido, amarillo marrón, marrón oscuro, púrpura o incluso rosado), dependiendo de la planta hospedera, condiciones ambientales y de la edad (Peña Martínez *et al.*, 2018). Lo que coincide con las distintas coloraciones observadas en las Breñas en el envés de las hojas de sorgo voluntario y plantas de sorgo de Alepo (Figura 4).

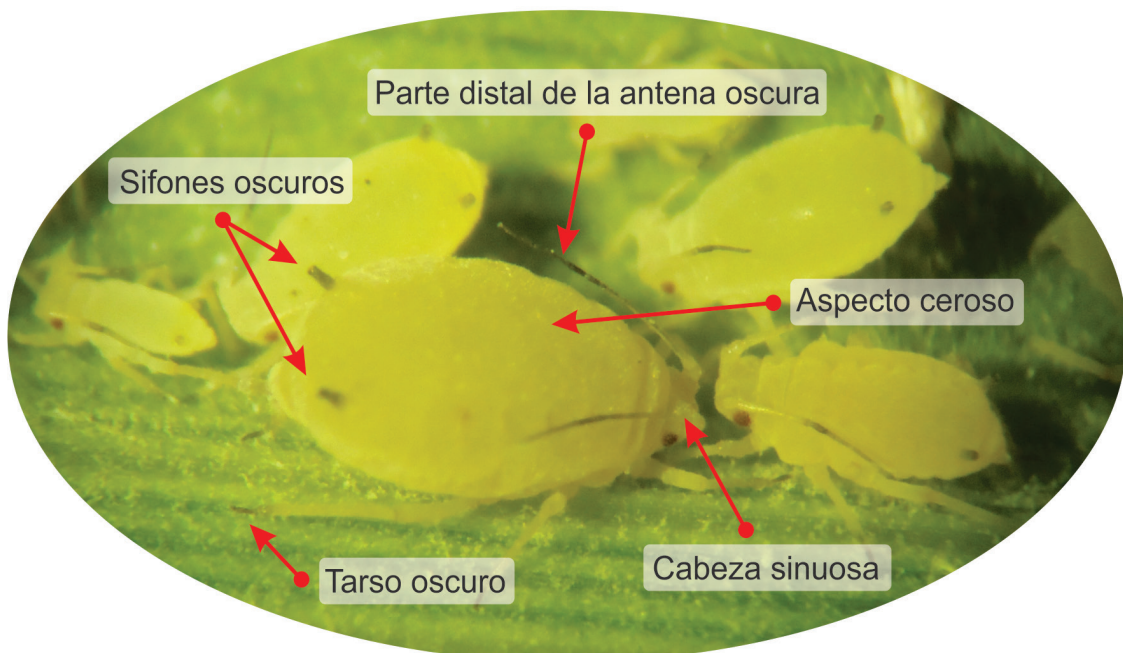


Figura 2. Características morfológicas del pulgón amarillo del sorgo.



Figura 3. Forma áptera y alada del PAS.



Figura 4. Coloraciones del PAS.

Los pulgones presentan una estructura llamada cámara de filtro como parte de su sistema digestivo. Esta última permite que el exceso de agua y los azúcares ingeridos sean liberados directamente al medio, dando lugar a lo que se conoce como “melaza”. Esta sustancia llega a cubrir toda la hoja de sorgo, otorgándole un aspecto pegajoso y brillante. La melaza, considerada como un producto de desecho del insecto, es aprovechada como fuente de alimento por muchos otros organismos como enemigos naturales, avispas, hormigas y abejas. Además, favorece el desarrollo del hongo conocido como fumagina, con la consecuente disminución de la fotosíntesis, de la respiración y de la transpiración de la planta.

Los ciclos biológicos de los insectos están regulados, principalmente, por la calidad del alimento y por la temperatura. La temperatura óptima para el desarrollo del PAS es de 28,3 °C (T. mín.: 8,6 °C y T. máx.: 37,8 °C). En la Figura 5 se puede observar que el tiempo de desarrollo es de 4,8 días cuando las temperaturas oscilan entre 25 y 30 °C, pero a 15 °C el tiempo de desarrollo es más extenso (12,2 días) (Souza & Davis, 2020).

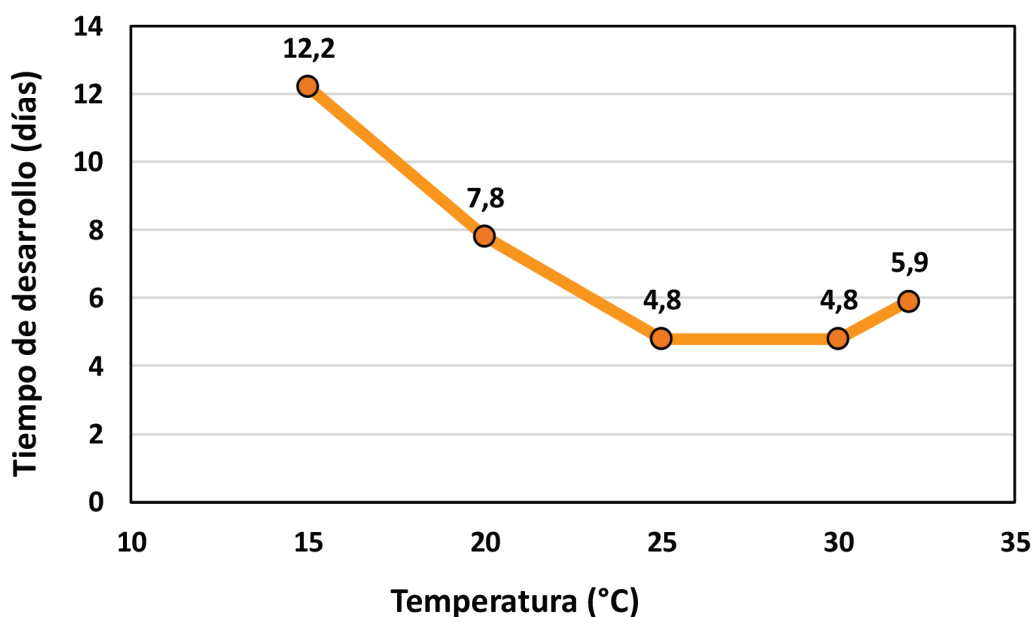


Figura 5. Tiempo de desarrollo (días) del PAS a 6 temperaturas constantes. Fuente: Souza & Davis, 2020.

Es relevante señalar que, si bien los tiempos de desarrollo para 25 °C y 30 °C fueron iguales, estos investigadores estimaron que las tasas intrínsecas de incremento a estas temperaturas fueron 0,405 y 0,124, respectivamente, indicando que a 25 °C la velocidad de crecimiento poblacional de PAS es más del triple que a 30 °C. Esto se explica porque la extensión de período reproductivo y especialmente la tasa de fecundidad son considerablemente mayores a 25 °C (Souza & Davis, 2020). Con estos valores de los parámetros poblacionales, se pueden realizar proyecciones aproximadas sobre el potencial de crecimiento poblacional en diferentes regiones de producción de sorgo. A modo de ejemplo, si se toman las localidades de Las Breñas (Chaco), Reconquista (Santa Fe) y Paraná (Entre Ríos), y sus temperaturas medias históricas para el período de verano (Enero – Marzo), cabe proyectar que las tasas de crecimiento poblacional del PAS, variarían entre 0,31 y 0,4. Sobre la base de estos parámetros, y a modo ilustrativo, el cálculo de crecimiento poblacional para un lapso de cinco días, comenzando con una población inicial de 10 pulgones/hoja, arrojaría importantes diferencias entre las tres localidades. En efecto, como puede observarse en la Tabla 3, en cinco días y comenzando con la misma densidad inicial, se llegaría a densidades entre 47 y 74 pulgones/hoja.

Tabla 3: Comparación ilustrativa de temperatura entre tres localidades de regiones productoras de sorgo y sus correspondientes proyecciones de crecimiento poblacional del pulgón amarillo del sorgo según Souza y Davis (2020). $r_{(max)}$: tasa intrínseca de crecimiento. TD: Tiempo de duplicación (días).

	Las Breñas	Reconquista	Paraná
Temperaturas medias de verano (°C)			
Enero	28	27	25
Febrero	27	25	24
Marzo	25	24	22
Promedio	26,7	25,3	23,7
Parámetros poblacionales y proyección de crecimiento			
$r_{(max)}$	0,31	0,4	0,37
TD	2,24	1,73	1,88
N_5 desde $N_0=10$ (pulgones / hoja)	47,11	73,89	62,97

En Las Breñas se realizaron dos ensayos, con el objetivo de responder a consultas locales sobre el crecimiento poblacional de los pulgones en diferentes condiciones: a) Ensayo 1; condiciones de alimentación comparando hoja verde vs hoja envejecida y b) Ensayo 2; condiciones de temperatura. Ambos ensayos se realizaron a partir de insectos adultos recolectados de sorgos voluntarios en el mes de agosto de 2021, colocados en 5 cajas de Petri (una caja por repetición) sobre porciones de hojas.

Para el ensayo 1, se utilizaron porciones de hojas jóvenes versus hojas plenamente desarrolladas a las que se les agregaron 20 pulgones ápteros adultos por caja. Este experimento se mantuvo a un promedio de 24,5 °C. En el ensayo 2, se utilizaron 5 pulgones alados adultos /caja a dos temperaturas 18,5 °C y 25,3 °C.

Los resultados del ensayo 1 indican que, a una temperatura media de 24,5 °C, una hembra áptera genera entre 3,48 y 3,32 ninfas en un día, independientemente del grado de senescencia de la hoja (Figura 6 C). En el ensayo 2, cada adulto alado generó 2,15 ninfas en un día a 25,3 °C, mientras que a 18,5 °C generó 0,66 ninfas. En dos días estos valores aumentan a 3,9 ninfas/alado a 25,3 °C y 1,87 ninfas/alado, respectivamente (Figura 6 D). Lo observado sugiere que el grado de senescencia no influiría en la tasa de fecundidad de los pulgones, y sí lo afectaría la temperatura ambiente (Figura 6). Si bien durante el primer día de los dos experimentos los adultos ápteros (ensayo 1) parecen haber generado mayor número de descendientes que los adultos alados (ensayo 2), la verificación de la hipótesis de mayor potencial reproductivo de los ápteros requerirá experimentos específicos.

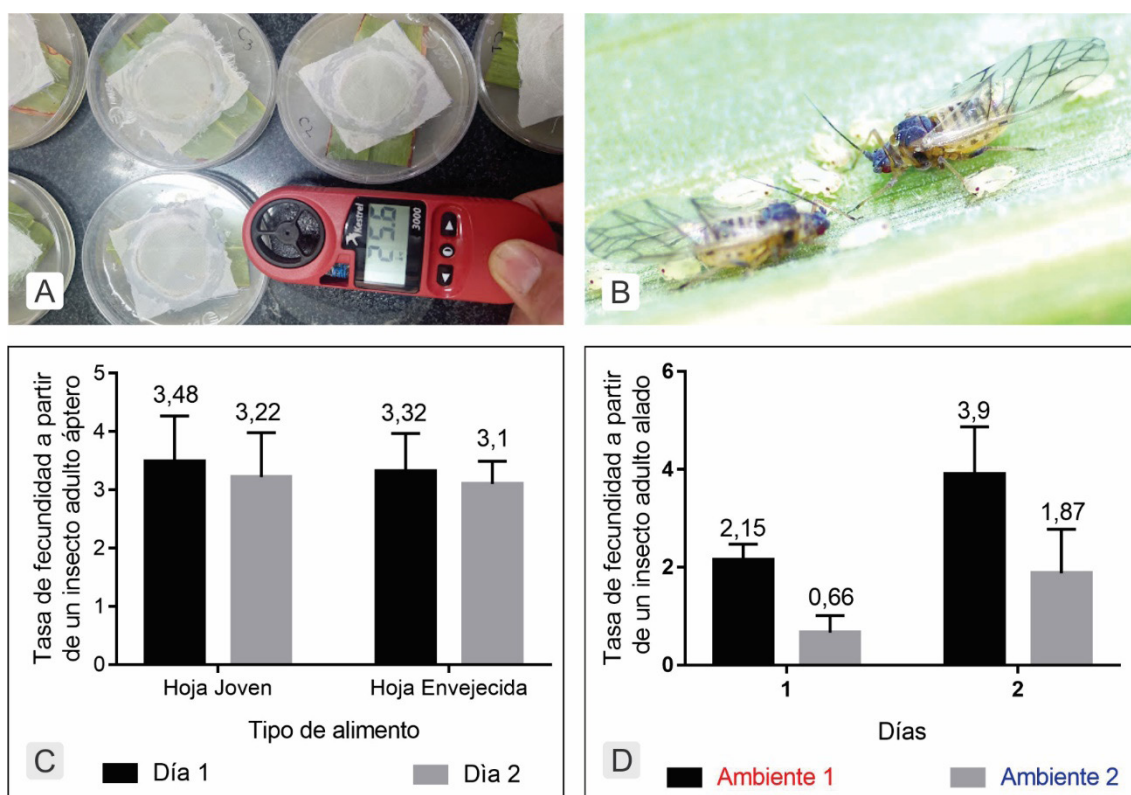


Figura 6. A) Registro de condiciones ambientales; B) Adultos alados y ninfas empleados en los experimentos; C) Fecundidad del PAS según tipo de hoja empleada como alimento; D) Fecundidad del PAS bajo dos condiciones de temperatura. Ambiente 1: 25,3 °C; Ambiente 2: 18,5 °C. Las barras representan el valor promedio \pm el error estándar de la media.

Relación con el cultivo

Patrones de fluctuación temporal

En los monitoreos realizados en Las Breñas durante los meses invernales de junio, julio y agosto de 2021, se observaron colonias de pulgón amarillo en la zona del tallo cercana a las raíces y envés de las hojas de las plantas de sorgo de alepo que escaparon al control químico, en las plantas de sorgo que rebrotaron y/o en sorgos voluntarios a pesar de que durante este periodo se registraron, en la estación meteorológica de la EEA Las Breñas, un total de 8 heladas meteorológicas y 24 agrometeorológicas, lo que indicaría la presencia anual de esta plaga en la zona. Esta presencia invernal de la plaga fue observada por otros investigadores en Paraná y Santa Fe, lo que se asemeja a lo observado en Estados Unidos (Bowling *et al.*, 2016) y en México (Quijano-Carranza *et al.*, 2017) (Figura 7). Las colonias “invernales” presentaron un porcentaje importante de individuos parasitados por avispitas y por entomopatógenos (Figura 8).

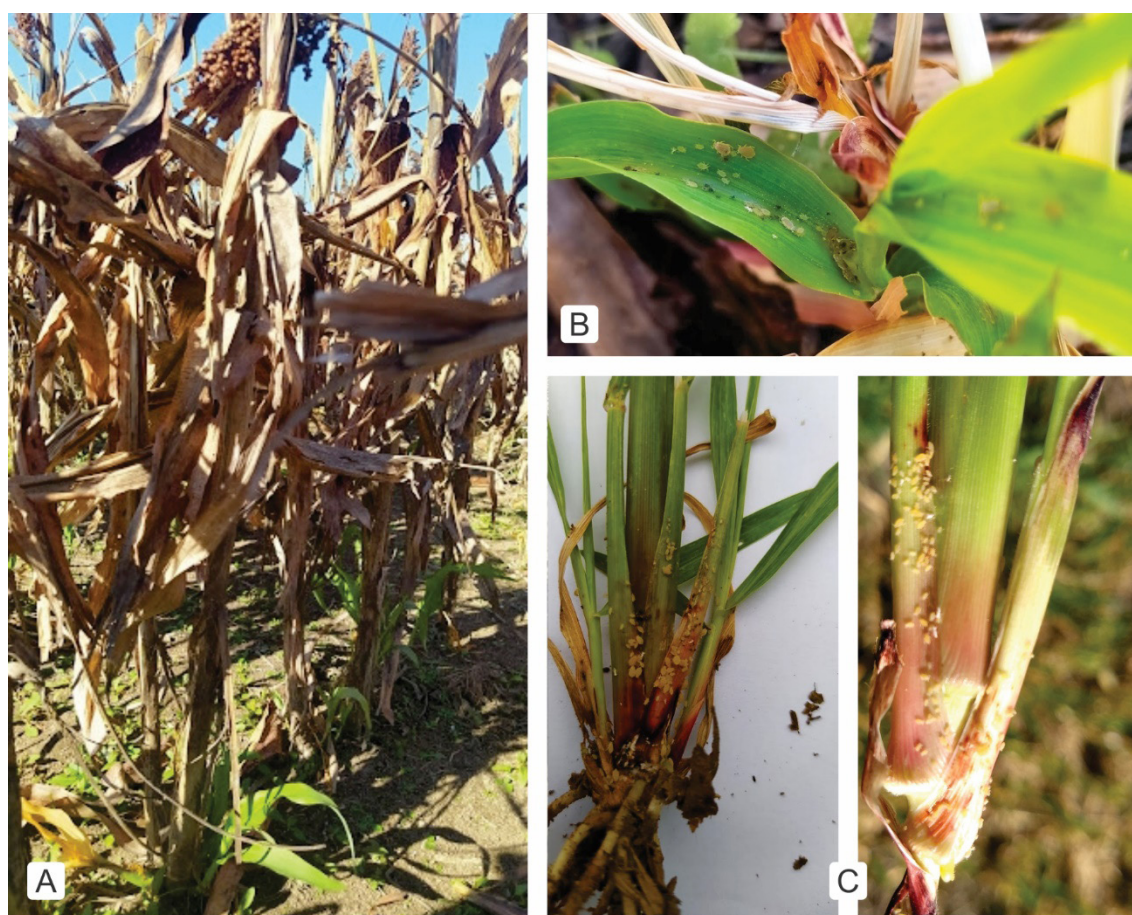


Figura 7. A y B, colonias del PAS en rebrote de sorgo granífero y C colonias del PAS “invernales” en la base del tallo de sorgo de Alepo.

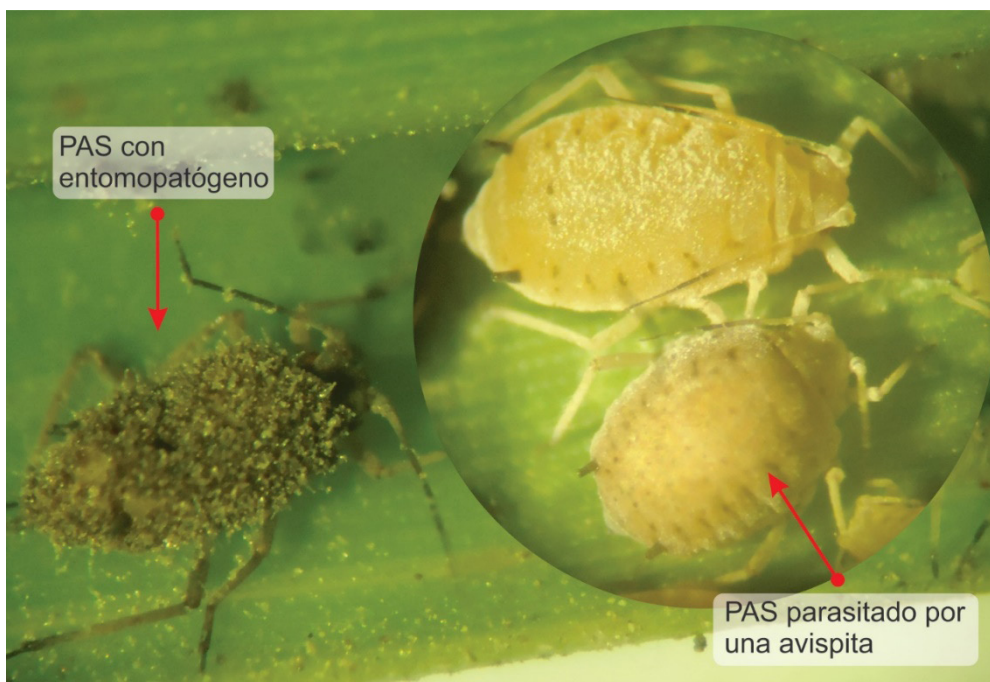


Figura 8. Pulgón amarillo del sorgo (PAS) parasitado por entomopatógeno y avispa (Hymenoptera).

Relación con estados fenológicos del cultivo

En Paraná, en la campaña agrícola 2021/22, se comenzaron a observar colonias del PAS a partir del estado fenológico V4, en híbridos de sorgo sembrados a fines de octubre de 2021. A partir de esas primeras colonias el crecimiento fue vertiginoso, probablemente relacionado con las elevadas temperaturas ocurridas. Las mismas se localizaron en el estrato inferior de la planta, en el envés de las hojas, en la zona cercana a la inserción con el tallo.

En Reconquista, las primeras colonias observadas en ensayos a campo también fueron en estado fenológico V4 en aquellos sorgos sembrados en la segunda quincena de octubre de 2021. Luego del inicio de la infestación, se dió un crecimiento exponencial de las colonias, alcanzando un máximo hacia mediados de diciembre, momento a partir del cual se observó la disminución natural, probablemente debido a las condiciones ambientales extremas (sequía y altas temperaturas).

En Las Breñas, en ensayos sembrados en octubre y diciembre de 2021, se observó que cuando el pulgón amarillo inicia la colonización del cultivo se los puede encontrar en el envés de las hojas V3 a V5 en pequeños grupos formados por un adulto alado rodeado de 1 a 6 ninfas de tamaño más pequeño y de color amarillo verdosa, que luego se dispersan por la hoja (Figura 9).

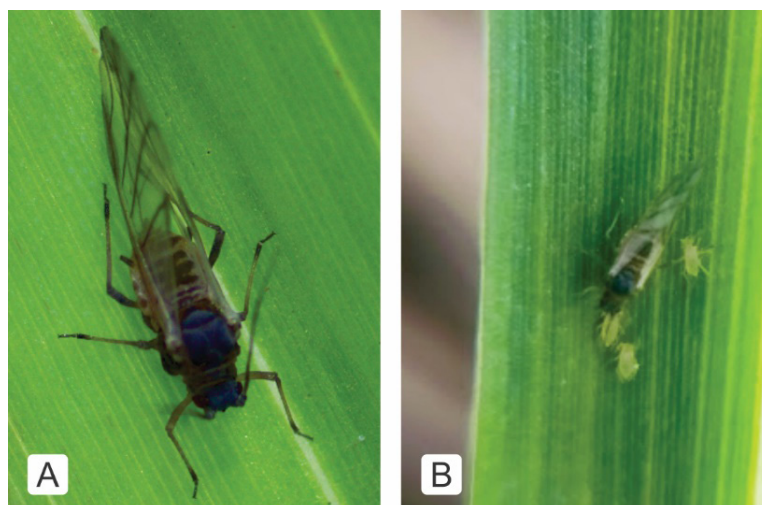


Figura 9. A. PAS, adulto alado y B. PAS, adulto alado iniciando sus infestaciones en el cultivo de sorgo.

En la misma localidad, a fines de la campaña de sorgo 2020/21, se observó que cuando las plantas están muy afectadas y deterioradas aumenta la proporción de adultos alados en las hojas (Figura 10) y se inicia su dispersión. Esto coincide con lo expresado por Peña Martínez *et al.* (2017) respecto a que las formas aladas se producen como consecuencia del hacinamiento y baja calidad nutritiva del hospedante.



Figura 10. Hoja de sorgo afectada por PAS ninfas, adultos alados y ápteros.

Plantas hospedantes

Las plantas hospederas del PAS pertenecen a especies de los géneros botánicos *Saccharum*, *Sorghum*, *Oryza*, *Panicum* y *Pennisetum* (Singh *et al.*, 2004). No obstante, a nivel mundial se han registrado como hospedantes del PAS a dos familias: Araceae con dos géneros y dos especies y a Poaceae con 23 géneros (Peña Martínez *et al.*, 2015).

En Argentina se han observado colonias del PAS, principalmente, en plantas de sorgo cultivado y en sorgo de alepo *Sorghum halepense* (L.) Pers. (Figura 11). También en la provincia de Chaco se registraron colonias en plantas de maíz y en cultivo de tártago, *Ricinus communis* (L.) (Casuso, 2021).

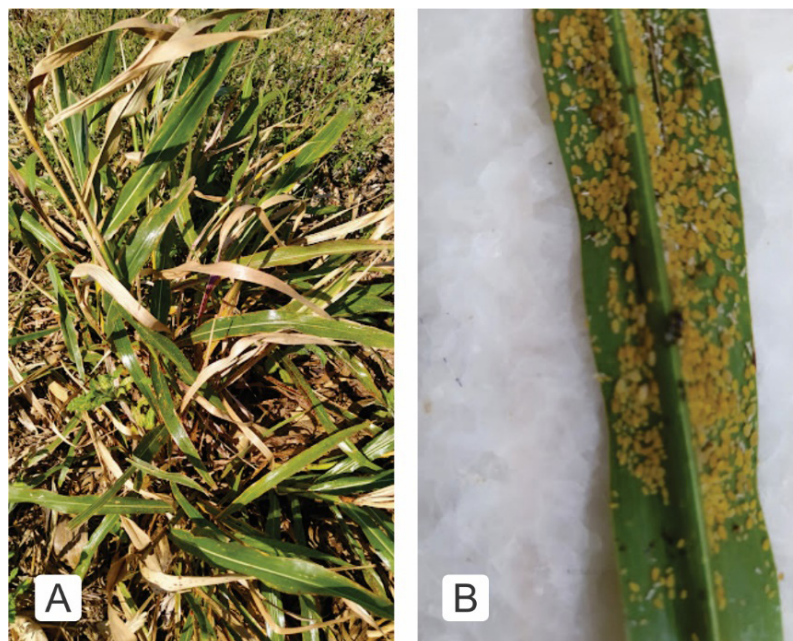


Figura 11. A. Sorgo de Alepo con presencia de melaza en el haz de las hojas y B. envés de las hojas invadidas por PAS.

Tipos e intensidad de daños

El PAS se alimenta extrayendo la savia de las plantas. Las hojas se tornan amarillas, moradas y luego marrones a medida que el tejido vegetal se deteriora y muere. Las infestaciones previas al estado de bota pueden causar pérdida significativa de grano, pero infestaciones presentes durante el desarrollo del grano también pueden reducir los rendimientos (Knutson *et al.*, 2016). No hay evidencia que indique que durante la alimentación inyecten alguna toxina, de modo que los efectos negativos en la planta derivan de la simple extracción de nutrientes y azúcares (Bowling *et al.*, 2016). Sin embargo, se suma la disminución de la absorción de luz como consecuencia del crecimiento de un hongo del tipo fumagina sobre la abundante melaza que excretan los pulgones, cuya intensidad guarda una relación proporcional con la densidad de pulgones (Rodríguez del Bosque & Terán Vargas, 2018).

Si los pulgones colonizan la panoja antes de la antesis, las flores pueden no desarrollarse completamente evitando la producción de semillas o bien generando semillas de mala calidad (Paudyal *et al.*, 2019).

Cuando las infestaciones del PAS alcanzan altas densidades antes de la floración, la expulsión de la panoja fuera de la hoja bandera puede dificultarse, y esto puede resultar en la pérdida total de la cosecha, así como en la madurez retrasada/variable (Bowling *et al.*, 2016). Se ha observado que niveles de infestación de 300 pulgones por hoja (que pueden cubrir

aproximadamente 15 cm² de la hoja), han llegado a provocar 100 % de pérdidas (Seiter *et al.*, 2019). Por otra parte, las infestaciones severas pueden predisponer a las plantas a mayor susceptibilidad a la infección por fitopatógenos. Bajo tales circunstancias, en México, Rodríguez del Bosque y Terán Vargas (2018) identificaron mayor incidencia de pudrición carbonosa del tallo.

En Argentina, principalmente en las provincias de Chaco, Entre Ríos y Santa Fe, en los cultivos de sorgo con infestaciones elevadas los primeros síntomas que se observaron fueron hojas de coloración amarillenta, con puntuaciones rojizas y/o púrpuras. Las hojas inmediatas inferiores a las que se encontraban cubiertas con colonias de pulgones presentaron gran cantidad de melaza, la que luego se cubrió con fumagina. Como consecuencia de ello, la capacidad fotosintética de la hoja se vio seriamente comprometida. Si las colonias del PAS persistían en el tiempo, las hojas infestadas se secaban, con la consecuente muerte de las mismas (Figuras 12 y 13).



Figura 12. Hojas dañadas de sorgo granífero como consecuencia de infestaciones importantes del pulgón amarillo.

Otro de los daños observados en sorgos más avanzados fue el llenado deficiente de granos y, además, la presencia de melaza y fumagina en la panoja lo que ocasionó pérdidas significativas de calidad y rendimiento, además de complicaciones durante la cosecha.



Figura 13. Hojas de sorgo cubiertas con melaza (arriba), y con fumagina (abajo)

Funciones de daño

El efecto que los ataques de PAS tienen sobre el rendimiento de cultivo de sorgo dependen de una combinación de factores. Uno de los más relevantes es el nivel de resistencia del genotipo de sorgo (Szczepaniec, 2018 a; b), especialmente cuando están involucrados mecanismos de tolerancia. Otro factor relevante es el estado fenológico (Rodríguez del Bosque & Terán Vargas, 2015; Bowling *et al.*, 2016) al momento del inicio de la infestación. Pro-

bablemente las condiciones ambientales también tienen un efecto relevante, específicamente la temperatura (Singh *et al.*, 2004), ya que las mayores tasas de crecimiento poblacional a temperaturas medias diarias más elevadas (Souza & Davis, 2020), derivan en aumentos de densidad poblacional muy acelerados, que no alcanzan a ser compensados por el aumento de la tasa de producción de nuevas hojas en el cultivo.

Entre los factores que mayor incidencia tiene en el rendimiento de un cultivo, la densidad poblacional de la plaga es, generalmente, la más evidente. La descripción empírica de la relación positiva entre pérdida de rendimiento y densidad poblacional se conoce como función de daño y constituye un componente esencial para respaldar la toma de decisiones de manejo (Pedigo *et al.*, 1986).

En el caso del PAS, se han obtenido funciones de daño recurriendo a distintos enfoques. En EE.UU. se desarrollaron umbrales de acción en base a niveles de densidad poblacional del PAS expresada en términos de número de pulgones por hoja (Knutson *et al.*, 2016; Gordy *et al.*, 2019), o porcentaje de plantas infestadas con colonias del PAS (Catchot *et al.*, 2015) o una combinación de ambos (Brown *et al.*, 2015). En México, Rodríguez del Bosque y Terán Vargas (2018) aplicaron el método que propone umbrales de densidad del PAS.

En la Argentina, debido al muy reciente surgimiento de *M. sacchari* como plaga del cultivo de sorgo, aún no se dispone de datos locales que permitan desarrollar funciones de daños propias o validar aquellas que fueron obtenidas en otros países. En consecuencia, como punto de referencia provisional para aproximar reglas de decisión, se toman las funciones de daño desarrolladas por Rodríguez del Bosque y Terán Vargas (2018) en México y Gordy *et al.* (2019) en EE.UU.

Método aplicado en México:

En ensayos desarrollados en el norte de Tamaulipas durante los ciclos Primavera - Verano de 2015 y Otoño - Invierno de 2016, se estimó el rendimiento del cultivo ante diferentes niveles de densidad del PAS (Rodríguez del Bosque & Terán Vargas, 2018), a partir de lo cual obtuvieron dos modelos de regresión. Las ecuaciones ajustadas para los estudios de Otoño - Invierno y Primavera - Verano fueron $R=6561-6.007dPAS$ y $R=3988-4.315dPAS$, respectivamente, donde R es el rendimiento y $dPAS$ es la densidad (pulgones/hoja) registrado en el monitoreo. Como se puede observar, los rendimientos máximos (sin presencia de pulgones) fueron muy diferentes entre ambos estudios (6561 Kg/ha vs. 3988 Kg/ha), quizá por la diferencia de potencial de rendimiento asociadas a los dos ciclos de cultivo. La transformación de estas funciones de daño a escala porcentual, aplicables a escenarios con diferentes rendimientos potenciales, arroja unidades de pérdidas porcentuales de 0,11 % y 0,066 % (porcentajes de pérdida por cada pulgón por hoja), para primavera-verano y otoño-invierno, respectivamente.

¿Cuál de estos escenarios sería el más aplicable a las condiciones predominantes en las zonas productoras de sorgo argentinas? Obviamente es arriesgado extrapolar los resultados de estos estudios. Una aproximación razonable sería considerar el rango de parámetros obtenidos en México y asumir, -insistimos, provisoriamente- que bajo las condiciones agroclimáticas de la Argentina, las funciones de daños estarían incluidas en el rango mencionado. Se retomará este punto más adelante, al considerar el cálculo de Niveles de Daño Económico.

Método aplicado en EE.UU.:

Equipos de distintas universidades del sur de EE.UU. trabajaron coordinadamente mediante la implementación de ensayos cubriendo 15 sitios con la consiguiente variación de condiciones ambientales, en la tasa de crecimiento de los pulgones, diversas fechas de siembra, y un abanico de genotipos de sorgo (Brewer *et al.*, 2017; Gordy *et al.*, 2019). A diferencia del método aplicado en México, el ajuste de funciones de daño se apoyó en el valor máximo de densidad de PAS a lo largo de un ciclo de cultivo, como variable independiente. Este parámetro es una medida o indicador integral de nivel de intensidad de infestación de la población de PAS en el cultivo. A pesar de esta diversidad de condiciones, las pendientes de las ecuaciones ajustadas fueron relativamente estables a través de los diferentes sitios, años y condiciones agronómicas. No obstante, las funciones se agregaron en dos grandes categorías, correspondientes a lo que dio en llamarse *condiciones de alta o baja respuesta/susceptibilidad ambiental* (Gordy *et al.*, 2019). La diferencia de pendientes en las funciones de daño entre las dos categorías, es llamativamente alta, de hecho, casi el triple de diferencia entre el mínimo y el máximo valor de pendiente, arrojando unidades de pérdidas porcentuales en el orden de 0,05 % - 0,13 %. El enfoque que las universidades estadounidenses han seguido hasta el presente es aportar en sus publicaciones científicas, rangos amplios de Niveles de Daño Económico. A partir de las mismas, las recomendaciones en las cartillas de extensión se enfocan en valores intermedios, a excepción de escenarios que puedan ubicarse claramente en una u otra de las categorías de respuesta/susceptibilidad ambiental previamente mencionadas.

Independientemente de las diferencias metodológicas de los estudios realizados en ambos países, se identifica cierta convergencia entre los mismos, ya que el rango de unidades de pérdidas potenciales obtenido con ambos métodos se superpone considerablemente.

Opciones de manejo disponibles en la actualidad

A nivel mundial el manejo del PAS en los cultivos de caña de azúcar y sorgo se ha apoyado en diversas tácticas: manejo cultural, uso de variedades resistentes, y control químico. Si bien el control biológico activo no aparece en la literatura especializada como una estrategia que se haya explotado, se reconoce el importante rol que pueden cumplir los numerosos parasitoides, predadores y entomopatógenos que se han identificado actuando sobre el PAS (ver por ejemplo Singh *et al.*, 2004).

El manejo cultural, particularmente la anticipación de la siembra para evitar los picos poblacionales, se ha recomendado en algunos países como Sudáfrica (van Rensburg, 1974) o EE.UU. (Seiter *et al.*, 2019). Esta táctica tiene su fundamento especialmente en la mayor susceptibilidad del cultivo cuando la colonización intensiva ocurre en estados vegetativos tempranos, hasta el estado de bota o embuche (Rodríguez del Bosque & Terán Vargas, 2018). Haar *et al.* (2019) confirmaron la hipótesis de un menor impacto sobre el rendimiento al anticipar la fecha de siembra.

Resistencia varietal

En países como Estados Unidos y México, que vienen enfrentando esta problemática desde hace más tiempo que en Argentina, aseguran que la resistencia de las plantas es la principal estrategia de manejo para disminuir los daños ocasionados por el PAS (EMBRAPA 2021). El uso de germoplasma de sorgo resistente contra el PAS es prioritario tanto a corto

como a largo plazo y se considera una piedra angular de los futuros programas de manejo sostenible para hacer frente a esta plaga (Armstrong *et al.*, 2017; Paudyal *et al.*, 2019).

En la actualidad, existen híbridos con resistencia parcial disponibles comercialmente tanto en EE.UU. (Szczepaniec, 2018a) como en México (Rodríguez del Bosque y Terán Vargas, 2018). Paudyal *et al.* (2019) identificaron que algunos genotipos expresan resistencia por tolerancia, por antibiosis y por antixenosis, como mecanismos individuales o combinados, según el genotipo. En otros estudios, se identificó que los genotipos de menor impacto por infestación del PAS expresan los tres mecanismos de resistencia conjuntamente, mientras que los que sufrieron un impacto moderado expresaron uno o dos de tales mecanismos (Armstrong *et al.*, 2017). Brewer *et al.* (2017) evaluaron el comportamiento de híbridos con diferente nivel de resistencia al PAS tanto en términos de variación de la tasa de crecimiento del pulgón como en cuanto a la diversidad y abundancia de enemigos naturales, bajo la hipótesis de que ambas tácticas, resistencia varietal y control biológico, son compatibles. El empleo de híbridos resistentes puede contribuir al manejo del PAS mediante la reducción de los niveles poblacionales del insecto y reducción de los niveles de daño en hojas, reduciendo significativamente el impacto en el rendimiento (Haar *et al.*, 2019).

Estudios conducidos en la EEA Paraná del INTA, en febrero de 2021, permitieron evaluar la incidencia del PAS en 22 híbridos comerciales de sorgo granífero. A continuación, se detalla el comportamiento de los mismos en relación al área foliar cubierta por colonias de pulgones en la hoja bandera (HB), hoja bandera-1 (HB-1) y hoja bandera-2 (HB-2) en cm² y porcentaje (Tabla 4). El procedimiento estadístico se realizó para cada hoja a través de un análisis de la varianza, y las medias se compararon mediante el procedimiento DGC ($\alpha < 0,05$), por lo que los valores de la Tabla 4, dentro de cada grupo de hoja evaluada, que presentan la misma coloración no difirieron entre ellos, pero sí con los restantes. Los cinco híbridos que presentaron menor área cubierta por pulgones en las tres hojas evaluadas fueron: Gen 417, Ori 771 DP, Itin, Takuri y TOB 63 T. Para estos híbridos el rango de área foliar cubierta por pulgones fue: HB [0,66-9,55 cm²], HB-1 [10,24-25,17 cm²] y HB-2 [14,88-47,16 cm²] (Saluso *et al.*, 2021).

Tabla 4. Área foliar cubierta por colonias de pulgones (cm² y %) en (HB) y en las dos hojas inmediatas inferiores (HB-1 y HB-2) de 22 híbridos de sorgo granífero pertenecientes a la Red de Híbridos de la EEA Paraná del INTA.

HÍBRIDOS	HB-2		HB-1		HB	
	cm ²	%	cm ²	%	cm ²	%
Exp. INTA 009	281	86	203	87	99	74
Guayaco	244	75	164	70	79	60
SyT 70-50 GR	244	75	184	79	77	58
Pilaga 71	221	68	149	64	75	56
Gen 21 T	149	46	114	48	60	45
Apache 72	195	60	137	59	54	41
Atacama 70	137	42	108	46	51	38

PS 55	152	47	111	47	51	38
Nugrain 441 IG	190	58	124	53	50	37
Gen 311	137	42	81	34	46	34
Summer II	165	51	113	48	42	32
Nugrain 202 T	129	40	54	23	42	32
Aca 563	119	36	74	32	42	32
Spring T 60	107	33	78	33	42	31
Tob 62 T	191	59	119	51	40	30
Malon	103	32	54	23	21	16
Argensor 134 T	60	18	58	25	13	10
Gen 417	47	14	25	11	10	7
Ori 771 DP	42	13	12	5	9	7
Tob 63 T	15	5	10	4	9	7
Takuri	33	10	16	7	2	2
Itin	35	11	17	7	1	0,5

En la EEA Las Breñas del INTA se compararon los materiales de la red de sorgo en cuanto a la densidad poblacional del PAS¹, mediante la escala propuesta por Bowling *et al.* (2016). Todos los híbridos evaluados presentaron pulgones tanto en las hojas de estrato superior (ES) como del estrato inferior (EI). En EI se registró un mayor número de pulgones que en ES. En este sentido, 4 de cada 10 plantas presentaron elevado número de pulgones en EI, principalmente dentro del rango de 101 a 500 pulgones/hoja (S4), mientras que en ES una mayor proporción de plantas (7) registraron entre 51-100 pulgones/hoja (S3). En esta primera evaluación algunos híbridos registraron una densidad menor de pulgones (Figura 14). Estas comparaciones se deberán profundizar en próximos ensayos a los efectos de confirmar las diferencias de desempeño entre híbridos.

1 Ing. Agr. C. Simón, responsable de la Red de Sorgo de la EEA Las Breñas

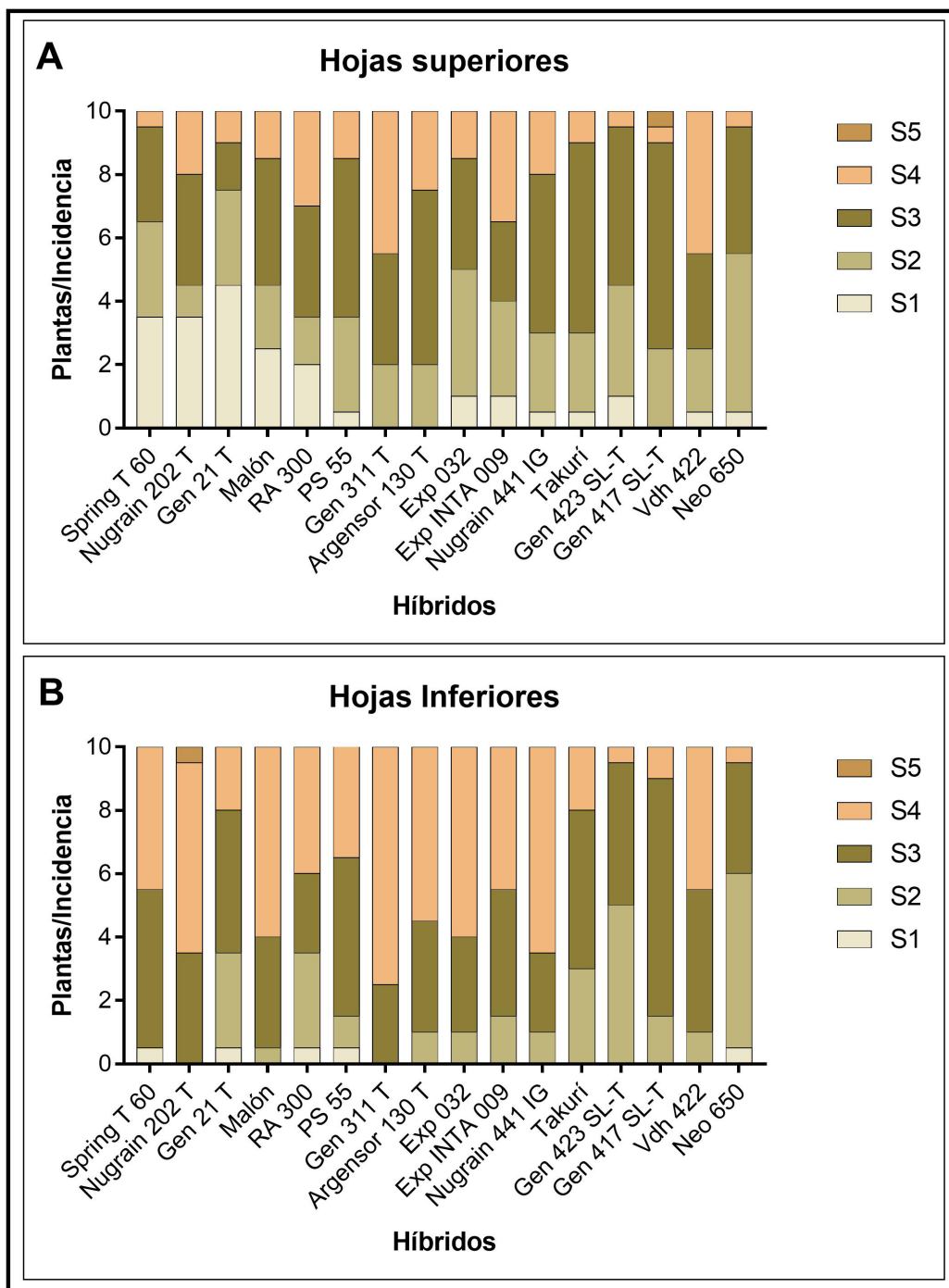


Figura 14. Incidencia de PAS en híbridos de sorgo de la Red de la EEA Las Breñas. A) Hojas del estrato superior; B) Hojas del estrato inferior. Las barras indican el número de plantas según la presencia de pulgones por hoja siguiendo la escala de Bowling et al. (2016). Rango de PAS por hoja: S1=1-25; S2= 26-50; S3= 51-100; S4= 101-500; S5= 501-1000.

Control químico

En vista que el PAS es una plaga de reciente aparición en el cultivo de sorgo en Argentina, aún no existe registro de productos fitosanitarios para su control (CASAFE, 2021). Por tal motivo es importante remarcar que el presente apartado es sólo una sintética revisión bibliográfica con los principios activos evaluados, especialmente en cuanto a su eficacia de control. El uso futuro de los diferentes insecticidas de síntesis queda supeditado a su eventual incorporación en el Registro Nacional de Terapéutica Vegetal.

Dentro de las principales familias químicas empleadas en el manejo del PAS, se encuentran los neonicotinoides, piretroides, organofosforados y diferentes mezclas de activos de dichas familias. Dentro de las moléculas insecticidas más nuevas se incluyen a flupyradiurone, sulfoxaflor, spirotetramat y pymetrozine, entre otras.

En relación al empleo de organofosforados, Balikai (2001) destaca clorpirifós, dimeotoato y malatión como los activos que mejor comportamiento presentaron en la reducción de la población del pulgón amarillo del sorgo. Sin embargo, Pekarcik (2016) menciona que los tratamientos a base de clorpirifós y dimeotoato en el cultivo de sorgo en Alabama (Estados Unidos), no lograron reducir la población del PAS, volviendo a incrementarse la densidad de pulgones entre los 5 y 10 Días Post Aplicación (DPA). Esto es coincidente con lo evaluado a campo por Szwarc *et al.* (2021) en Reconquista (Santa Fe), donde el dimeotoato no fue eficaz para disminuir la población de PAS. Luna y Druetta (2021), evaluaron el activo mercaptotión, registrando una tendencia a retrasar el crecimiento poblacional de la plaga, pero sin reducir significativamente la densidad poblacional de PAS.

En cuanto al grupo de los neonicotinoides, thiamethoxam e imidacloprid fueron los activos que mejor desempeño registraron sobre el PAS (Pekarcik, 2016; Tejeda-Reyes *et al.*, 2017; Jiménez-Martínez *et al.*, 2019; Casuso *et al.*, 2021; Szwarc *et al.*, 2021). En líneas generales, dichos activos presentan una elevada eficacia de control y suprimen el resurgimiento del pulgón por un período de entre 14 y 21 días desde su aplicación. Otras moléculas como dinotefuran y acetamiprid parecen tener menor actividad sobre el PAS (Casuso *et al.*, 2021; Szwarc *et al.*, 2021; Luna & Druetta, 2021).

En relación a los piretroides, en el medio se los usa frecuentemente en mezcla con neonicotinoides a fin de combinar el poder de volteo de los piretroides y la residualidad de los neonicotinoides. La mezcla lambdacialotrina + thiamethoxan evaluada en diferentes experimentos redujo la población de pulgones entre 2 y 3 semanas (Pekarcik, 2016; Jiménez-Martínez *et al.*, 2019; Szwarc *et al.*, 2021; Casuso *et al.*, 2021). La mezcla alfacipermetrina + acetamiprid presenta mayor variabilidad en su respuesta. Luna y Druetta (2021), no registraron diferencias significativas respecto al testigo sin aplicar con el uso de la misma, mientras que Szwarc *et al.* (2021) mencionan controles en el orden del 70 % hasta 14 DPA. El uso de piretroides en tratamientos únicos se encuentra desaconsejado como consecuencia del efecto “rebote” o incremento poblacional exponencial en la población de PAS posterior a la aplicación (Pekarcik, 2016). Una de las causas de este efecto puede ser la alteración bioquímica producida en las plantas a raíz de la aplicación de piretroides, en la cual se produce un incremento en el contenido de azúcares y proteínas que atraen más pulgones hacia las hojas aplicadas, causando así el resurgimiento de la plaga (Ravindhran & Xavier, 1996).

Pirimicarb es otro insecticida utilizado dentro del grupo de los carbamatos indicado específicamente para el control de pulgones en numerosos cultivos. En ensayos llevados adelante por Reyes *et al.* (2017) dicho activo fue capaz de mantener la densidad de pulgón amarillo por debajo de 50 individuos por hoja a partir de los 7 DPA hasta 28 DPA.

Entre las moléculas más modernas disponibles en el mercado que se han utilizado para el control de PAS se encuentran flupyradifurone, sulfoxaflor, spirotetramat y pymetrozine. Todos estos activos reducen marcadamente la población de este pulgón. Tejeda-Reyes et al. (2017) reportan que con dichos insecticidas se logra un control excelente por un período de hasta 28 DPA. Pekarcik (2016) concluye que flupyradifurone y sulfoxaflor presentan marcada eficacia sobre el PAS, causando gran mortalidad de áfidos y minimizando el resurgimiento de la población por 2-3 semanas luego de su aplicación, incluso en situaciones de alta presión de la plaga. Estos resultados son coincidentes con los registrados por Luna y Druetta, 2021; Szwarc et al., 2021 y Casuso et al., 2021 con el uso de Sulfoxaflor en la región del noreste argentino.

Los estudios de la eficacia de principios activos para el control del PAS en sorgo en la Argentina, deberán integrarse a un proceso de evaluaciones oficiales conducentes a su inscripción en el Registro Nacional de Productos Fitosanitarios. También es muy importante considerar los potenciales efectos de los diferentes insecticidas a evaluar sobre la entomofauna benéfica, tanto los enemigos naturales de la plaga como los polinizadores. Una vez que se cuente con un conjunto de insecticidas autorizados, será posible precisar los ensayos para ajustar dosis y momentos oportunos de aplicación. El mencionado registro de ingredientes activos habilitará la determinación de líneas de base de susceptibilidad del PAS a las moléculas habilitadas, aspecto de gran relevancia para un adecuado manejo de la resistencia. La EEA Las Breñas ha iniciado este tipo de ensayos de manera preliminar, experiencia que será de gran utilidad en el futuro próximo.

Finalmente, es oportuno expresar que para integrar reglamentariamente el control químico del PAS en la Argentina y para disminuir el riesgo de evolución de resistencia, sería conveniente que se registren diversos insecticidas, con diferentes modos de acción. Es recomendable analizar cuidadosamente ventajas y desventajas del uso de insecticidas individuales en forma secuenciada o en mezclas, considerando como criterio no sólo la eficacia de control sino la perspectiva de mitigación de la resistencia del PAS a los insecticidas involucrados. En este sentido, es clave considerar los diferentes modos de acción de los ingredientes activos y la posible influencia de las características de historia de vida del insecto (Sudo et al., 2017). Por otra parte, desde la concepción de Manejo Integrado de Plagas, el control químico del PAS debe encararse como una herramienta complementaria a otras, especialmente el uso de genotipos de sorgo resistentes/tolerantes.

Criterios para la toma de decisiones de control químico

Sobre la base de los estudios realizados en EE.UU. y México, descriptos en la sección Funciones de daño, se propone el cálculo de Niveles de Daño Económico (NDE) aplicables, como aproximación, a las condiciones de la Argentina. El NDE se calcula tomando el modelo de Pedigo et al, 1986, $NDE=C/P.E.D$, donde C representa el costo de la aplicación de insecticida (\$/ha), P indica el precio comercialización del grano de sorgo (\$/Tn), E es la eficacia de control expresada en proporción de la población plaga que es controlada por la aplicación de insecticida y D es la unidad de daño o el perjuicio provocado por cada insecto/hoja que se suma a la población en el cultivo.

A modo de ejemplo, este modelo se aplicó barriendo un rango de valores de C que incluyen los costos de hipotéticos insecticidas de diferentes precios y los costos de aplicación. Es importante señalar que no se seleccionaron insecticidas específicos, debido a que aún no se han registrado en el SENASA. Asimismo, para el parámetro E , eficacia de control, se empleó un amplio rango para dar cuenta de la gran variabilidad que puede darse ante diferentes

técnicas de aplicación, condiciones ambientales, estado fenológico del cultivo, densidad de plantas etc. El parámetro D , es el más relevante del modelo, ya que representa la pendiente de la función de daño. Dado que aún no existen estudios realizados bajo las condiciones de cultivo de sorgo en la Argentina, el único punto de apoyo del que se dispone son las funciones de daño obtenidas hasta el presente en EE.UU. y México. Como se explicó anteriormente, estos estudios han resultado relativamente convergentes y ubican la estimación de la unidad de daño porcentual respecto al rendimiento potencial del cultivo en un rango aproximado 0,06-0,11 %. Si se aplican estos porcentajes de pérdida para situaciones de rendimientos potenciales de alrededor de 5 Tn/ha, el valor de D en promedio sería aproximadamente $D=4$. Asumiendo un precio de comercialización del grano de sorgo de 200 U\$S/Tn, un costo de control químico relativamente elevado (26 U\$S/ha) y una eficacia de control de 70 %, la aplicación del modelo de Pedigo et al. (1986) arroja un valor de NDE de aproximadamente 46 pulgones por hoja, coincidente con el umbral fijo propuesto tanto en EE.UU. (Knutson *et al.*, 2016) como en México (Rodríguez del Bosque & Terán Vargas, 2018).

Este ejercicio constituye una primera aproximación. El valor de NDE calculado resulta muy bajo, lo que motiva una nota de precaución. Los bajos valores de NDE obtenidos son consecuencia de una pendiente muy alta en las funciones de daño. Es probable que en éstas, la variable independiente no deba interpretarse directamente como densidad poblacional puntual, sino como indicador del futuro desarrollo de la población del PAS. Se sugiere que antes de aplicar las conclusiones de los estudios antecedentes a las condiciones de la Argentina, se los debería analizar con mayor detenimiento. Se recomienda que la toma de decisiones de control tenga en cuenta el potencial crecimiento de la población del PAS en el cultivo, según las condiciones de temperatura que se proyecten en lapsos de 3-5 días.

Control Biológico

Los predadores, parasitoides y entomopatógenos juegan un papel muy importante en la regulación de las poblaciones del PAS. En las Breñas, se registraron tanto en cultivos de sorgo como en plantas voluntarias de sorgo de alepo, diversos insectos benéficos alimentándose de este áfido, contribuyendo de manera natural al control de sus poblaciones. Entre ellos pueden citarse las vaquitas predadoras como *Cycloneda sanguinea* y *Hippodamia convergens*, que tanto en su estado de larva como adulto se alimenta de pulgones (Figura 15), al igual que las larvas de moscas sírfidas y de (Figura 16) crisopas.

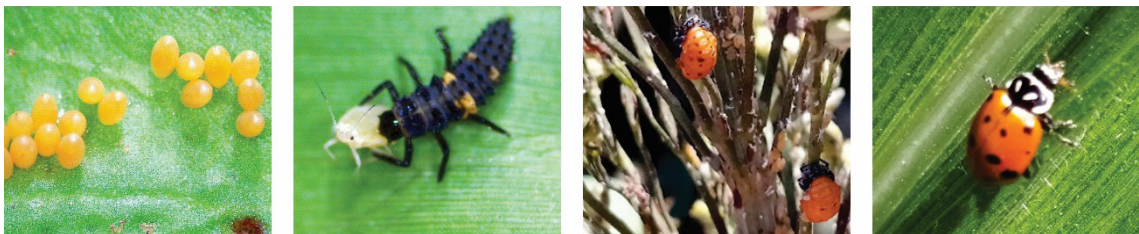


Figura 15. Ejemplares de *Hippodamia convergens*. De izquierda a derecha se observan huevos, una larva alimentándose de un pulgón, presencia de pupas y adulto alimentándose de una ninfa de pulgón amarillo.



Figura 16. Sírfidos en sus distintos estados: huevo (izquierda), larva (centro) y pupa (derecha) registrados en hojas de sorgo.

Recomendaciones preliminares en Argentina

Protocolo de monitoreo

En EE.UU. y México se propusieron diferentes métodos de monitoreo para evaluar la situación y tomar decisiones de manejo. En la Argentina, dada la muy reciente emergencia del problema, aún no se ha ajustado un protocolo que se adapte a las condiciones agroecológicas locales. Por lo tanto, a modo preliminar, se propone considerar el siguiente esquema de monitoreo.

Previo a la siembra del cultivo de sorgo se recomienda revisar plantas de sorgo de alepo (*Sorghum halepense* L.) y rebrotes de sorgo cultivado en áreas próximas, a fin de constatar la presencia de colonias del PAS, las que podrían constituirse en la primera fuente de infestación.

Una vez sembrado el cultivo de sorgo, se sugiere monitorearlo al menos una vez por semana, a partir de su emergencia.

Para ello, en cada uno de cinco puntos del lote, tomar 10 plantas de sorgo al azar (50 plantas en total), introduciéndose inicialmente en el cultivo unos 10 a 50 m desde el borde. Si el lote es heterogéneo, se recomienda abarcar los diferentes sectores del mismo.

En cada planta:

1. Cuando el cultivo tiene cuatro hojas desplegadas, observar el envés de la última hoja totalmente desplegada.
2. A partir del estado de cinco hojas desplegadas, observar la anteúltima hoja totalmente desplegada y la primera hoja verde del estrato inferior (contando desde abajo hacia arriba). Focalizarse principalmente en el envés y en los tallos.
3. Luego de la floración, inspeccionar las tres últimas hojas próximas a la panoja y una hoja del estrato medio de la planta. Cuando las infestaciones son altas, es posible encontrar pulgones afectando al raquis de la panoja por lo que se recomienda no dejar de monitorear el lote semanalmente.

Existen diferentes métodos para estimar la abundancia de pulgones por hoja. Por un lado, se cuenta con la escala visual propuesta por Bowling *et al.* (2016), la que incluye 5 rangos de densidades del PAS, desde categoría 1 (1-25 pulgones por hoja) hasta categoría 5 (más de 500 pulgones por hoja) (Tabla 5). Rodríguez del Bosque y Terán Vargas (2018) proponen estimar la abundancia de pulgones/hoja mediante la medición del ancho y largo de la colonia y multiplicarlo por un factor de 133, que es el promedio de pulgones por cm² que estos autores estimaron (Figura 17).

Tabla 5. Escala visual adaptada de Bowling *et al.* (2016) para estimar la abundancia del pulgón amarillo del sorgo.

ESCALA	Pulgones/hoja	Ilustración
1	1-25	 1 = 14
2	26-50	 3 = 50
3	51-100	 3 = 78
4	101 - 500	 4 = 102
5	> 500 (500-1000)	



Figura 17: Conteo de pulgones mediante el método de la estimación de superficie cubierta (ancho x largo x 133 pulgones/cm²). Recreación en base a Rodríguez del Bosque y Terán Vargas (2018).

Toma de decisiones para el manejo

En Estados Unidos (Bowling *et al.*, 2016) y en México (Rodríguez del Bosque & Terán Vargas, 2018), se determinaron diferentes criterios para la toma de decisiones de manejo del PAS, traducidos en umbrales económicos. Estos umbrales aún no han sido validados y/o ajustados para las condiciones agroecológicas de nuestro país. No obstante, pueden tomarse a modo orientativo. Bowling *et al.* (2016) recomienda la aplicación de insecticidas cuando se alcance el umbral de 20 % de plantas con 50 pulgones/hoja. En cambio, Rodríguez del Bosque y Terán Vargas (2018) sugieren aplicación de insecticidas cuando en promedio se registren 50 pulgones/hoja. Cabe mencionar que 50 pulgones/hoja representa un muy bajo nivel de densidad de la plaga y es difícil explicar cómo puede causar un daño económico. Sin embargo, se establece este umbral aproximado considerando el potencial de crecimiento de la plaga y, a su vez, en función de la oportunidad de control.

Comentarios finales

A partir de la detección del PAS en las áreas de influencia de las Estaciones Experimentales de INTA Las Breñas (Chaco), Quimilí (Santiago del Estero), Paraná (Entre Ríos) y Reconquista (Santa Fe), se realizaron diferentes investigaciones a fin de generar conocimiento científico vinculado a esta nueva plaga. En la campaña agrícola 2020/21 se identificó la especie de pulgón que afectó a las plantas de sorgo; se evaluó, a título de aproximación preliminar, la eficacia de distintos principios activos para su control químico; se determinó la incidencia del PAS en diferentes híbridos de sorgo granífero; se estudiaron los controladores biológicos asociados a este áfido; se relevaron los criterios de manejo del PAS utilizados por los asesores técnicos a través de una encuesta elaborada para tal fin; se asistió a productores y profesionales ingenieros agrónomos mediante la atención permanente de consultas; se emitieron boletines y hojas informativas por diversos medios de difusión; y se ofrecieron charlas y conferencias en diversos eventos nacionales e internacionales.

Considerando que el PAS es una nueva plaga para el cultivo de sorgo en los sistemas agrícolas de Argentina, se requiere avanzar en el conocimiento de diversos aspectos relacionados al comportamiento, al ciclo biológico, a la fluctuación espacio-temporal, a los daños que provoca y su incidencia en el rendimiento. Asimismo, es necesario establecer protocolos de monitoreo y articular un conjunto de tácticas de manejo en una estrategia de Manejo Integrado. En este sentido, el INTA proyecta nuevas líneas de investigación a fin de dar respuesta a los desafíos que presenta el manejo sustentable del pulgón amarillo en sorgo.

AGRADECIMIENTOS

A los Ings. Agrs. Martín Goujon y Martín Canteros por compartir la información del relevamiento de los lotes de sorgo en sus respectivas zonas de trabajo y por el intercambio de información y experiencia.

A la Ing. Agr. Laura Giorda por compartir sus conocimientos y por todo el apoyo brindado.

A los pasantes que colaboraron con la realización de los ensayos.

A Evangelina Perotti y Fernando Fava por la lectura crítica del manuscrito preliminar.

BIBLIOGRAFÍA

- Armstrong, J.S., Rooney, W.L., Mbulwe, L., Sekula-Ortiz, D. & Villanueva, R.T. 2017. Host plant resistance to sugarcane aphid *Melanaphis sacchari*, (Hemiptera: Aphididae) in forage and grain sorghums. *J. Econ. Entomol.*, 110: 259–265.
- Balikai, R.A. 2001. *Bioecology and management of aphid, Melanaphis sacchari (Zehntner) on rabi sorghum (Doctoral dissertation, UNIVERSITY OF AGRICULTURAL SCIENCES GKVK, DHARWAD).*
- Bertasello, L.E.T., Carmo-Sousa, M., Prado Maluta, N.K., Rossini Pinto, L., Spotti Lopes, J.R. & Gonçalves, M.C. 2021. Effect of Sugarcane Cultivars Infected with Sugarcane Yellow Leaf Virus (ScYLV) on Feeding Behavior and Biological Performance of *Melanaphis sacchari* (Hemiptera: Aphididae). *Plants*, 10(10): 2122.
- Bowling, R.D., Brewer, M.J., Kerns, D.L., Gordy, J., Seiter, N., Elliott, N.E., Buntin, G.D., Way, M.O., Royer, T.A., Biles, S. & Maxson, E. 2016. Sugarcane aphid (Hemiptera: Aphididae): a new pest on sorghum in North America. *J. Integr. Pest Manag.*, 7: 1-13.
- Brewer, M.J., Gordy, J.W., Kerns, D.L., Woolley, J.B., Rooney, W.L. & Bowling, R.D. 2017. Sugarcane Aphid Population Growth, Plant Injury, and Natural Enemies on Selected Grain Sorghum Hybrids in Texas and Louisiana. *J. Econ. Entomol.*, 110(5): 2109-2118. Doi: 10.1093/jee/tox204. PMID: 28962004.
- Brown, S., Kerns, D.L. & Beuzelin, J. 2015. Sugarcane aphids: an emerging pest of grain sorghum. Louisiana State University Agricultural Center, Pub. 3369, Baton Rouge, LA. Disponible en: <https://www.lsuagcenter.com/nr/rdonlyres/c6ba2774-31c5-41af-8a30-9ac50cd1135a/101354/pub-3369sugarcaneaphids2ndproof.pdf>
- CABI, Invasive Species Compendium. 2022. *Melanaphis sacchari*, yellow sugarcane aphid. <https://www.cabi.org/isc/datasheet/33256#toreferences>
- Casuso, V.M., Tarrago, J.R., Nadal, N.J., Kaleb, C. & Giménez, G. 2021. Evaluación de distintos tratamientos de insecticidas para el control del pulgón amarillo del sorgo. <http://hdl.handle.net/20.500.12123/8975>
- CASAFE. 2021. Guía Online de Productos Fitosanitarios. <https://guiaonline.casafe.org/>
- Catchot, A., Gore, J. & Cook, D. 2015. Management guidelines for sugarcane aphids in MS grain sorghum. <http://www.mississippi-crops.com/2015/02/24/management-guidelines-for-sugarcane-aphids-in-ms-grain-sorghum-2015/>.
- Chang, C.P., Fang, M.N. & Tseng, H.Y. 1982. Studies on the life history and varietal resistance in grain sorghum aphid, *Melanaphis sacchari* Zehntner in central Taiwan. *Chinese Journal of Entomology*, 2: 70-81.
- Delfino, M.A. 1984. Hallazgo del áfido de la caña de azúcar, *Melanaphis sacchari* (Zehntner, 1897) en la Argentina y Uruguay. *CIRPON, Rev. Invest.*, 2(1-2): 57-64.
- EMBRAPA. 2021. Manejo do pulgão da cana-de-açúcar (*Melanaphis sacchari* / *sorgho*) na cultura do sorgo. <https://www.embrapa.br/milho-e-sorgo/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1131566/manejo-do-pulgao-da-cana-de-acucar-melanaphis-saccharisorgho-na-cultura-do-sorgo>
- FAO. 2016. Primer reporte oficial de Pulgón Amarillo del Sorgo (*Melanaphis sacchari*) <https://www.ippc.int/en/countries/nicaragua/pestreports/2016/10/primer-reporte-oficial-de-pulgon-amarillo-del-sorgo-melanaphis-sacchari/> (Acceso: 11/01/2021).
- Gordy, J.W., Brewer, M.J., Bowling, R.D., Buntin, G.D., Seiter, N.J., Kerns, D.L., Reay-Jones, F.P.F. & Way, M.O. 2019. Development of economic thresholds for sugarcane aphid (Hemiptera: Aphididae) in susceptible grain sorghum hybrids. *J. Econ. Entomol.*, 122: 1251–1259.
- Gordy, J.W., Seiter, N.J., Kerns, D.L., Reay-Jones, F.P.F., Bowling, R.D., Way, M.O., Brewer, M.J. 2021. Field Assessment of Aphid Doubling Time and Yield of Sorghum Susceptible and Partially Resistant to Sugarcane Aphid (Hemiptera: Aphididae). *J. Econ. Entomol.* Oct 13;114(5): 2076-2087. doi: 10.1093/jee/toab135. PMID: 34260707.

-
- Grisham, M.P., Pan, Y.B., Legendre, B.L., Godshall, M.A. & Eggleston, G. 2001. Effect of sugarcane yellow leaf virus on sugarcane yield and juice quality. *Proc. Int. Soc. Sugar Cane Technol.*, 24: 434-438.
- Haar, P.J., Buntin, G.D., Jacobson, A. Pekarcik, A., Way, M.O. & Zarrabi, A. 2019. Evaluation of Tactics for Management of Sugarcane Aphid (Hemiptera: Aphididae) in Grain Sorghum. *J. Econ. Entomol.*, 12(6): 2719–2730. <https://doi.org/10.1093/jee/toz215>
- Jiménez-Martínez, E., Reyes Canales, N. & Rivas Espinoza, L. 2019. Pesticides for the management of the yellow aphid (*Melanaphis sacchari*, Zehntner), in sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench), in Nicaragua. *La Calera*, 19(33), 72-80.
- Knutson, A., Bowling, R., Brewer, M.J., Bynum, E. & Porter, P. 2016. The sugarcane aphid: management guidelines for grain and forage sorghum in Texas. ENTO-035. Texas A&M AgriLife Extension, College Station, TX. <http://ccag.tamu.edu/sorghum-insect-pests/>
- Luna, M.I. & Druetta, M.A. 2021. Control químico del pulgón amarillo en sorgo. <https://inta.gob.ar/documentos/control-quimico-del-pulgón-amarillo-en-sorgo>
- MAGyP. 2021. Estimaciones agrícolas. https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/estimaciones/_archivos/estimaciones/210000_2021/210800_Agosto/210826_Informe%20Semanal%20al%2026-08-2021.pdf
- Matthee, J.J. 1962. Waak teen plantluise op kafferkoring. *Boerdin S. Afr.* 38(10): 27–29.
- Mena García, A.A. 2021. Uso de insecticidas sintéticos y bioplaguicidas para el manejo de *Melanaphis sacchari* (Hemiptera: Aphididae), otros insectos plagas y su efecto sobre enemigos naturales en sorgo. Tesis de Maestría, Universidad Nacional Agraria, 52 pp. Disponible en <https://repositorio.una.edu.ni/4348/1/tnh10m534.pdf>
- Nibouche, S., Costet, L., Holt, J.R., Jacobson, A., Pekarcik, A., Sadeyen, J., *et al.* 2018. Invasion of sorghum in the Americas by a new sugarcane aphid (*Melanaphis sacchari*) superclone. *PLoS ONE* 13(4): e0196124. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0196124>
- Paudyal, S., Armstrong, J.S., Giles, K.L., Payton, M.E., Opit, G.P. & Limaje, A. 2019. Categories of Resistance to Sugarcane Aphid (Hemiptera: Aphididae) Among Sorghum Genotypes. *J. Econ. Entomol.*, Aug 3;112(4):1932-1940. doi: 10.1093/jee/toz077. PMID: 30972411.
- Pedigo, L.P., Hutchins, S.H. & Higley, L. G. 1986. Economic injury levels in theory and practice. *Annu. Rev. Entomol.*, 31:341368.
- Pekarcik, A.J. 2016. Biology and management of the sugarcane aphid, *Melanaphis sacchari* (Zehntner), a new pest of sorghum, *Sorghum bicolor* (L.), in Alabama. Ms.Sc.Tesis degree.
- Pekarcik, A.J. & Jacobson, A.L. 2021. Evaluating Sugarcane Aphid, *Melanaphis sacchari* (Hemiptera: Aphididae), Population Dynamics, Feeding Injury, and Grain Yield Among Commercial Sorghum Varieties in Alabama. *J. Econ. Entomol.*, 114(2), 757–768. <https://doi.org/10.1093/jee/toab013>
- Peña, R., Lomeli, J.R., Bujanos, R., Muñoz, A.L., Vanegas, J.M., Salas, R., *et al.* 2018. Pulgón amarillo del sorgo, (PAS), *Melanaphis sacchari* (Zehntner, 1897), interrogantes biológicas y tablas de vida. México: Fundación Guanajuato Produce, Celaya Gto.
- Quijano-Carranza, J.A., Pecina-Quintero, V., Bujanos-Muñoz, R., Marín-Jarillo, A. & Yáñez-López, R. 2017. Guía 2017 para el manejo del pulgón amarillo del sorgo. INIFAP, Guanajuato, México.
- Ravindhran, R. & Xavier, A. 1996. Studies on aphid resurgence and associated biochemical changes in leaves of cotton in response to pyrethroid applications. *Indian Journal of Plant Physiology*, 1(4), 300–302.
- Rodríguez Del Bosque, L.A. & Terán Vargas, A.P. 2015. *Melanaphis sacchari* (Hemiptera: Aphididae): A new sorghum insect pest in Mexico. *Southwestern Entomologist*, 40(2): 433-434. <https://doi.org/10.3958/059.040.0217>.
- Rodríguez del Bosque, L.A. & Terán Vargas, A.P. 2018. Manejo Integrado del pulgón amarillo del sorgo en Tamaulipas. INIFAP/CIR-Noreste. 77 p. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/394239/Manejo_integrado_del_pulgón_amarillo_del_sorgo_en_Tamaulipas.pdf. Consultado el 17/1/2022.
-

-
- Saluso, A., Decuyper, C., Cuatrin, A. & Díaz, M.G. 2021. Incidencia de *Melanaphis sacchari* (Hemiptera: Aphididae) en cultivares de sorgo granífero en Paraná (Entre Ríos). http://simposionacionaldesorgo.aianba.org.ar/f_trabajos/0016_msrwuo.pdf
- Seiter, N.J., Miskelley, A.D., Lorenz, G.M., Joshi, N.K., Studebaker, G.E. & Kelley, J.P. 2019. Impact of Planting Date on *Melanaphis sacchari* (Hemiptera: Aphididae) Population Dynamics and Grain Sorghum Yield. *J. Econ. Entomol.*, 112(6):2731-2736. doi: 10.1093/jee/toz230. PMID: 31504628.
- SENASICA. 2018. Mapa dinámico fitosanitario. [https://sinavef.senacica.gob.mx/mdf/pulgonamarillodelsorgo\(Melanaphis sacchari\) en México](https://sinavef.senacica.gob.mx/mdf/pulgonamarillodelsorgo(Melanaphis sacchari) en México).
- Sharma, H.C., Bhagwat, V.R., Daware, D.G., Pawar, D.B., Munghate, R.S., Sharma, S.P., Kumar, A.A., Reddy, V.B.S., Prabhakar, K.B., Ambekar, S.S., *et al.* 2014. Identification of sorghum genotypes with resistance to the sugarcane aphid *Melanaphis sacchari* under natural and artificial infestation. *Plant Breed.*, 133: 36-44. doi: 10.1111/pbr.12111.
- Singh, B.U., Padmaja, P.G. & Seetharama, N. 2004. Biology and management of the sugarcane aphid, *Melanaphis sacchari* (Zehntner) (Homoptera: Aphididae), in sorghum: a review. *Crop Protection* 23: 739-755.
- Souza, M.F. & Davis, J.A. 2020. Potential population growth of *Melanaphis sacchari* (Zehntner)(Hemiptera: Aphididae) under six constant temperatures on grain sorghum (*Sorghum bicolor* L.). *Florida Entomologist*, 103(1): 116-123.
- Sudo, M., Takahashi, D., Andow, D.A., Suzuki, Y. & Yamanaka, T. 2017. Optimal management strategy of insecticide resistance under various insect life histories: Heterogeneous timing of selection and interpatch dispersal. *Evolutionary Applications*, 11: 271–283.
- Szczepaniec, A. 2018a. Assessment of a density-based action threshold for suppression of sugarcane aphids, (Hemiptera: Aphididae), in the Southern High Plains. *J. Econ. Entomol.*, 111: 2201–2207.
- Szczepaniec, A. 2018b. Interactive effects of crop variety, insecticidal seed treatment, and planting date on population dynamics of sugarcane aphid (*Melanaphis sacchari*) and their predators in late-colonized sorghum. *Crop Prot.*, 109: 72–79.
- Szwarc, D., Almada, M. & Vitti, D. 2021. Control químico del pulgón amarillo *Melanaphis sacchari* (Hemiptera: Aphididae) en sorgo. http://simposionacionaldesorgo.aianba.org.ar/f_trabajos/0018_c91jgu.pdf
- Tejeda-Reyes, M.A., Díaz-Nájera, J.F., Rodríguez-Maciel, J.C., Vargas-Hernández, M., Solís-Aguilar, J.F., Ayvar-Serna, S. & Flores-Yáñez, J.A. 2017. Evaluación en Campo de Insecticidas Sobre *Melanaphis sacchari* (Zehntner) 1 en Sorgo. *Southwestern Entomologist*, 42(2): 545-550.
- van Rensburg, N.J. 1974. Aphids on grain sorghum, *Melanaphis sacchari* (Zehntner), *Rhopalosiphum maidis* (Fitch), *Schizaphis graminum* (Rond.). *In: Pests of Gramineous Crops in South Africa*, Entomological Memoir No. 40. Government Printer, Pretoria.
- Vayona, D. 2016. Conozca al pulgón amarillo. *Agrodiario*. Periódico agrícola digital. Disponible en <http://www.agrodiario.hn/web/2016/12/conozca-al-pulgon-amarillo-del-sorgo/>. Acceso: 11/01/2021.
- Zapata, S.D., Dudensing, R., Sekula, D., Esparza-Díaz, G. & Villanueva, R. 2018. Economic impact of the sugarcane aphid outbreak in south Texas. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, 50(1), 104-128.

