

Acariosis del maíz en Navarra. Ecología de *Tetranychus turkestanii* Ugarov y Nikolski

V. M. IRAOLA, M. L. MORAZA y R. BIURRUN

Se ha estudiado el comportamiento ecológico de las poblaciones de *Tetranychus turkestanii* Ugarov y Nikolski, tetraniquido fitófago que ataca al maíz en Navarra. Esta especie, que puede pasar el invierno en forma de hembra diapausica, comienza su actividad sobre la vegetación espontánea del borde de las parcelas de maíz a partir del mes de Marzo (temperatura media 13 °C). Desde esta vegetación, se desplaza a las hojas inferiores de las plantas de maíz del borde de la parcela a partir del mes de Junio, dependiendo del clima y de la existencia o no de vegetación de ribazo. A partir de ese momento, los ácaros siguen una doble dirección: hacia arriba, colonizando la planta y hacia los lados, colonizando las plantas vecinas.

El estado fisiológico de la planta de maíz incide acusadamente en esta colonización. La semana previa y durante el estado de floración masculina, el crecimiento de *T. turkestanii* se ve favorecido, produciéndose la colonización total de la planta por un lado, y de la parcela por otro. Las poblaciones de tetraniquidos se ven afectadas por: el estado fisiológico del maíz, el clima (temperaturas elevadas y humedad relativa baja les favorecen) y los enemigos naturales (especialmente los ácaros fitoseidos) que controlan sus poblaciones.

V. M. IRAOLA y M. L. MORAZA: Departamento de Zoología y Ecología. Universidad de Navarra. Apdo. 177. 31080 Pamplona
R. BIURRUN: Instituto Técnico y de Gestión Agrícola S.A. Ctra del Sadar, Edificio El Sario. 31006 Pamplona

Palabras clave: Maíz, acariosis, *Tetranychus turkestanii*, dinámica de colonización, dinámica de poblaciones, Navarra.

INTRODUCCIÓN

El cultivo del maíz en Navarra constituye casi la tercera parte de la superficie total dedicada al regadío en Navarra, preferentemente en la zona conocida como La Ribera (Valle del Ebro) (GOBIERNO DE NAVARRA, 1996). En la mayor parte de las parcelas de La Ribera Navarra el regadío se realiza por inundación (Fig. 1), siendo todavía escasas las parcelas que disponen de riego por aspersión.

Los ácaros fitófagos no se han considerado hasta recientemente como plagas importantes del maíz, salvo en Estados Unidos donde los tetraniquidos (Acari: *Tetranychidae*) son desde hace tiempo un problema

económico de primer grado en las grandes llanuras maiceras del Oeste, fundamentalmente al haber desarrollado resistencias a los insecticidas organofosforados (LOGAN *et al*, 1983). En Europa, a partir de la década de los 80, se han agravado los ataques de estos ácaros al maíz. Por ejemplo, hasta 1983 en Francia, sólo se habían registrado ataques en dos departamentos, mientras que seis años más tarde el número se había elevado a 10 (sobre todo en el Sur), achacándose este aumento a la sequía que había favorecido el desarrollo de los ácaros (BOUFARD, 1990). En España, los ataques ocurridos a partir de la década de los 80 en maiza-



Fig. 1.—Parcela de maíz.

les de Extremadura, Andalucía, Aragón (ARIAS Y ALVARADO, 1983; ALVARADO *et al.*, 1984, 1986; ESTEBAN, 1990; LÓPEZ-BELLIDO, 1991) y Navarra (MACUA, 1990) pusieron de manifiesto la importancia de los tetránquidos.

La presencia de estos ácaros en las hojas de maíz se pone de manifiesto por la decoloración que producen al alimentarse. Los ácaros se alimentan succionando el jugo de la epidermis y de las células parénquimáticas, principalmente del envés de las hojas. Las células rotas y vacías, que ya no participan en el metabolismo de la planta, forman pequeñas manchas marrones. Los principales daños que ocasionan son la destrucción de hojas y un retraso, o una reducción, del periodo de llenado de la mazorca, lo que hace disminuir la longitud de esta y el peso de los granos (FAUVEL *et al.*, 1987; GOARANT, 1987; LÓPEZ-BELLIDO, 1991).

Frente a un problema de acariosis en el maíz el tratamiento normal es la utilización de productos acaricidas, existiendo tratamientos curativos y preventivos. En los curativos se recomienda el uso de dicofol más tetradifon, propargita o cihexaestan, mientras que en los preventivos se recomienda la utilización de hexitiazox, clofentezin o de azufre que tiene efecto frenante sobre los tetránquidos (FAUVEL *et al.*, 1987; NAIBO, 1989). Sin embargo, el tratamiento químico no está exento de problemas. El gran porte de las plantas de maíz en los meses de Julio y Agosto (cuando es necesario el tratamiento) obliga a que, en las parcelas que no disponen de riego por aspersión, los tratamientos se realicen mediante avión o tractores «zancudos» con el consiguiente incremento en los costes. Además, la frecuente ubicación de las explotaciones de maíz en Navarra en la vecindad de cultivos hortícolas de consumo humano directo, hacen que no sea deseable, en muchos casos, la fumigación del maíz.

La introducción de enemigos naturales ha surgido como una herramienta alternativa a la utilización de los productos químicos. En Estados Unidos y en Francia se han realizado ensayos de introducción artificial de poblaciones de fitoseidos depredadores (Acari: *Phytoseiidae*) *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot y *Amblyseius californicus* (McGregor) (GILSTRAP *et al.*, 1977; PICKETT Y GILSTRAP, 1986a, PICKETT *et al.*, 1987; GOARANT, 1988). Otros campos de acción, dentro de la lucha integrada, son la posibilidad de utilizar líneas de maíz resistentes a los ácaros (MANSOUR *et al.*, 1993) y hongos entomopatógenos (*Neozygites*) que infectan de forma natural a los tetránquidos en maíz (DICK Y BUSCHMAN., 1995).

En Navarra, al igual que en el resto de España, los graves ataques de ácaros de maíz a partir de 1987 originaron una preocupación sobre esta plaga. Esto motivó que se realizara en 1989 un trabajo en el Departamento de Zoología y Ecología de la Universidad de Navarra, financiado por el Gobierno de Navarra, acerca de la especie responsable de la

plaga y de sus posibles enemigos naturales. A partir de este trabajo se realizó otro posterior (1991-93), conjunto entre el Departamento de Zoología y el Instituto Técnico y de Gestión Agrícola, incluido en el Plan Sectorial de I+D del MAPA (n.º 9571) y financiado en parte por el Departamento de Agricultura, Ganadería y Montes del Gobierno de Navarra. Los resultados que se exponen a continuación son deudores de dichos trabajos, habiéndose publicado con anterioridad las especies de ácaros fitoseidos depredadores presentes en maíz (IRAOLA *et al.*, 1997).

MATERIAL Y MÉTODOS

Zona de estudio

Durante el año 1992 se realizaron una serie de muestreos en 43 parcelas de diferentes municipios del Sur de Navarra, donde se recogieron muestras de planta de maíz y/o de vegetación de ribazo. En el año 1993 fueron 22 las parcelas (de las que siete no se habían muestreado el año anterior) y finalmente en 1994 se recogieron muestras de nueve parcelas no muestreadas anteriormente.

Las localidades estudiadas fueron (el número de parcelas por localidad figura entre paréntesis): Buñuel (7), Cabanillas (3), Cadreita (3), Caparroso (2), Carcastillo (1), Cáseda (2), Castejón (2), Cortes (4), Funes (8), Fustiñana (3), Larraga (2), Miranda de Arga (1), Peralta (2), Ribaforada (2), Santacara (1), Valtierra (8) y Villafranca (8). La situación de estas localidades en Navarra se encuentra en la Figura 2.

Muestreo en planta de maíz

Para registrar los distintos estados fenológicos del maíz se ha utilizado el código decimal empleado por GROOT *et al.* (1986) (cuadro 1).

En el año 1992, los muestreos se realizaron en dos épocas. A comienzos de Julio y



Fig. 2.—Localidades donde se han efectuado los muestreos.

Cuadro 1.—Códigos de los estados de desarrollo del maíz (según GROOT *et al.*, 1986)

Código	Estado fenológico
0,00	Germinación
1,00	Aparición y crecimiento de la plántula
1,50	2 hojas totalmente desarrolladas
2,00	Alargamiento del tallo. 4 hojas totalmente desarrolladas
2,50	6 hojas totalmente desarrolladas. Aparición raíces de anclaje
3,00	8 hojas totalmente desarrolladas
3,50	10 hojas totalmente desarrolladas
4,00	12 hojas totalmente desarrolladas
4,25	13 hojas totalmente desarrolladas. Comienzo aparición panícula masculina
4,50	14 hojas totalmente desarrolladas
5,00	Floración. Comienzo floración masculina
5,50	50% de las flores femeninas emitiendo filamentos
5,75	Fin de la floración
6,00	Grano en estado acuoso inicial. Comienzo secado filamentos
6,50	Estado acuoso intermedio
7,00	Grano en estado lechoso-pastoso
8,00	Grano vítreo
9,00	Madurez completa

en Septiembre, cuando la mayor parte de las parcelas presentaban poblaciones elevadas, muestreándose cada parcela al menos una vez. En el año 1993 se concentraron los esfuerzos en los meses de Julio y Agosto muestreándose dos veces o más, mientras que en 1994 se recogieron muestras únicamente en el mes de Agosto.

En cada parcela se tomaron 10 hojas medias, cercanas a la mazorca, procedentes de plantas elegidas al azar de filas cercanas al borde de la misma. Las hojas se guardaban en bolsas de papel y estas en bolsas de plástico. Estas bolsas se introducían en una nevera portátil para su traslado al laboratorio. El método de extracción de los ácaros consistió en el lavado de las hojas en agua templada con jabón y posterior filtrado a través de tamices de luz de 0,4 y 0,2 mm. Los ejemplares recogidos en la malla del tamiz eran trasladados a placas de Petri para su estudio.

Para observar las dinámicas de los ácaros, se siguieron en detalle durante 1992, tres parcelas comerciales de tamaño medio (4.000-6.000 m²), con riego por inundación y sin ningún tipo de tratamiento fitosanitario para plagas. Estas parcelas estaban situadas en los términos de Funes, Cadreita y Caparrosa. El periodo de muestreo se extendió desde los meses de Julio a Septiembre con periodicidad mensual. El tamaño de muestra consistió en las dos hojas que rodean la mazorca de 20 plantas elegidas al azar de la parcela. En el caso de que no hubiese nacido la mazorca, se recogían las dos primeras hojas verdes, contadas a partir de la base de la planta. Durante 1993 se siguieron, durante Julio y Agosto, trece parcelas con una periodicidad semanal o quincenal. El tamaño de muestra consistió en una hoja de posición media de 10 plantas elegidas al azar.

Para conocer el proceso de propagación de la infestación dentro de la parcela, en los años 1992 y 1993 se eligió una parcela, situada en la localidad de Funes, de una extensión de 5.800 m², dividida en 25 áreas cuadradas iguales de 232 m². En cada área se revisaron semanalmente, desde finales de

Junio hasta Septiembre, cuatro plantas al azar, anotando la existencia o no de ácaros, el estado fenológico del maíz y las hojas en las que se encontraban los ácaros.

Con el fin de conocer la distribución de los ácaros en la hoja, se dividieron las hojas de 100 plantas en tercios y mediante una observación directa, con ayuda de una lupa de campo, se procedió a anotar el número de ácaros en cada tercio.

Muestreo en ribazo del maíz

Para conocer las especies de plantas de ribazo y adventicias en las que se refugian los ácaros tetránquidos, se han recogido muestras durante el invierno, primavera y verano de plantas del interior y de los bordes de la parcela. También se recogieron muestras de restos del cultivo de la campaña anterior. En el año 1992 se muestreó, a finales del mes de Abril en 33 parcelas y a mediados de Junio en 15 parcelas, mientras que en 1993 se recogieron plantas a lo largo del invierno, de Diciembre a Marzo, en 10 parcelas.

Los muestreos del ribazo se realizaron recogiendo 10 plantas de la especie más abundante si era herbácea, o 40 hojas si era arbustiva o arbórea. En el caso de gramíneas y en los restos de la cosecha anterior se muestreó una superficie de 40 × 40 cm. Las plantas se cortaron desde la base con unas tijeras o un cuchillo. El método de extracción utilizado fue el embudo de Berlese-Tragard manteniendo las muestras una semana.

Las especies de plantas de ribazo estudiadas y el número de muestras de cada una fueron: *Achillea millefolium* L. (4), *Amaranthus retroflexus* L. (2), *Anthemis cothula* L. (1), *Brachypodium ramosum* R. Y S.(1), *Capsella bursa-pastoris* (L.)Medicus (1), *Chelidonium majus* L. (1), *Chenopodium album* L. (1), *Convolvulus arvensis* L. (3), *Diplotaxis eruroides* (L.) DC (3), *Elymus repens* (L.)Gould (1), *Fraxinus excelsior* L. (1), *Galium* sp. (1), *Hedera helix* L. (1), *Lactuca serriola* L. (1), *Malva sylvestris* L. (4), *Prunus spinosa* L. (1), *Rubia peregrina*

L. (1), *Rubus* sp. (4), *Sinapis alba* L. (2), *Taraxacum officinale* Webber (4), *Trifolium* sp.(1), *Ulmus minor* Mill. (1), *Veronica persica* Poiret (1), diferentes especies de gramíneas (45) y restos de la cosecha de maíz del año anterior (23).

RESULTADOS

Especies de tetraníquidos presentes en plantas de maíz

La especie encontrada en todas las localidades muestreadas, a lo largo de todos los estados fenológicos del maíz, ha sido *Tetranychus turkestanii* Ugarov y Nikolski (Fig. 3).

Esta es la primera cita de *T. turkestanii* en el cultivo del maíz en España, ya que las especies previamente citadas en este cultivo son *T. cinnabarinus* (Boisduval) o *T. urticae* Koch (ALVAREZ, 1964; ALVARADO *et al.*, 1984, 1986; ESTEBAN, 1990; LÓPEZ-

BELLIDO 1991). ARIAS Y ALVARADO (1983) hablan de diversas especies de tetraníquidos que atacan el maíz pero no llegan a citar las especies.

La ausencia de *T. urticae* en este estudio no quiere decir que no esté presente en maíz en el Sur de Navarra, ya que se ha encontrado en las mismas localidades muestreadas, aunque en otros cultivos y en menor proporción que *T. turkestanii*. Ambas especies se han encontrado cohabitando en maíz en el Sur de Francia (NAIBO *et al.*, 1987; FAUVEL *et al.*, 1987; NAIBO, 1989), por lo que es posible que también coexistan en Navarra en este cultivo, aunque la especie dominante en el sur sea *T. turkestanii*. Un muestreo más sostenido, tanto geográfica como temporalmente, podría demostrar esta suposición.

Entre los trabajos dedicados a la determinación de las especies de tetraníquidos en maíz en otros países, destacan los realizados en los Estados Unidos donde las especies presentes, según numerosos artículos (EHLER, L. E., 1974; PICKETT y GILSTRAP, 1985, 1986b entre otros) son *Oligonychus pratensis* (Banks) y *T. urticae*. En Africa se

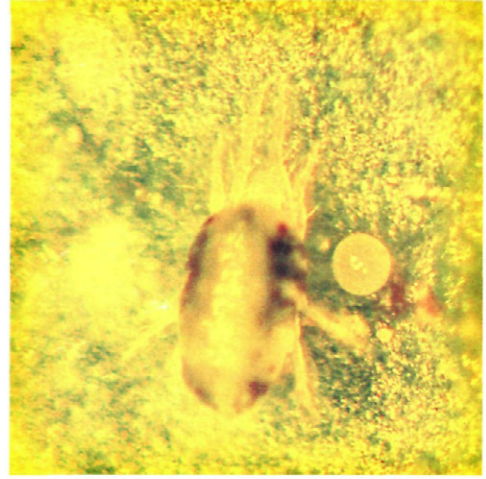


Fig. 3.—Aspecto de una hembra de *Tetranychus turkestanii* UGAROV Y NIKOLSKI.

señala a *T. urticae* como la especie principal, siendo citadas otras como *O. pratensis* y *O. gripus* Baker y Pritchard (MEYER, 1987). En la India se cita a *O. indicus* Hirst (GUPTA, 1991). En Europa se ha encontrado a *T. urticae* como plaga menor del maíz en Grecia (HATZINIKOLIS, 1969), Italia (como principal ácaro fitófago) (RAGUSA Y PAOLLETTI, 1985) y en Francia (FAUVEL *et al.*, 1987; NAIBO *et al.*, 1987, 1988) junto a *T. turkestanii*.

Focos iniciales de infestación, plantas reservorio

T. turkestanii puede pasar el invierno en forma de hembra adulta diapausica después de una serie de cambios que pueden afectar tanto a la coloración del tegumento (pasan del verde oscuro a un naranja brillante), como a su fisiología y comportamiento (no se reproducen) (POPOV Y VEERMAN, 1996). Estas hembras se refugian debajo de cortezas de árboles, de las plantas que rodean los cultivos o en las anfractuosidades del suelo (VEERMAN, 1985). Desde estos lugares de hibernación, una vez finalizado el invierno e

inducidos especialmente por el fotoperiodo, se desplazan a las plantas espontáneas en las que comienzan a reproducirse. Otra posibilidad es que pasen el invierno reproduciéndose como hembras normales. En este estudio, se han encontrado hembras diapausicas en invierno (Diciembre y Febrero) en *T. officinale*, *Rubus* sp. y en Gramíneas, así como en restos de maíz de la cosecha anterior, aunque siempre en número muy escaso. No se han encontrado hembras no diapausicas durante los meses de invierno.

En Navarra, el comienzo de la colonización de las especies vegetales del borde de las parcelas de maíz sucede en torno a mediados del mes de Abril, con una temperatura media en torno a los 13 °C. Esta misma temperatura es la que FAUVEL *et al.* (1987) dan para el comienzo de la actividad por parte de las hembras diapausicas. Las especies vegetales donde se han encontrado poblaciones de *Tetranychus* y desde donde inician la colonización del maíz han sido: *A. retroflexus*, *C. bursa-pastoris*, *Chenopodium* sp., *C. arvensis*., *L. vulgare*., *M. sylvestris*, *Rubus* sp., *S. alba*., *Trifolium* sp., *T. officinale* y varias gramíneas como *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop., *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv., *Setaria pumila* (Poir.) Schultes y *S. verticillata* (L.) Beauv.

Otras especies que han sido citadas como reservorio de *Tetranychus* en el cultivo del maíz son: *Campsis radicans* (L.) Seem. es-Bureau, *Geranium* sp., *Lamium amplexicaule* L., *Lonicera japonica* Thumb., *Polygonum* sp., *Rubus* spp., *Trifolium pratense* L., *Vicia* sp. y diversas *Umbelliferae*, *Gramineae* y *Malvaceae* (BRANDENBURG Y KENNEDY, 1982; POPOV, 1983; MARGOLIES Y KENNEDY, 1985; FAUVEL *et al.*, 1987).

Colonización de las plantas del maíz

Las primeras colonizaciones de las parcelas de maíz ocurrieron en las plantas del borde más cercanas a la vegetación espontánea. Numerosos estudios afirman que los ácaros se desplazan andando, desde la vege-

tación espontánea a las plantas de MAÍZ (BRANDENBURG y KENNEDY, 1982; MARGOLIES Y KENNEDY, 1985; FAUVEL *et al.*, 1987; NAIBO, 1989).

En 1992, las primeras colonias se detectaron a finales del mes de Junio (en la semana 25) con el maíz en un estado de desarrollo entre 4 y 8 hojas (código decimal 2,00-3,00). En el año 1993 ocurrieron a mediados del mes de Julio (semana 28), en un estado de desarrollo entre 8 y 12 hojas (3,00-4,00).

Esta diferencia de tres semanas, en nuestra opinión, fue debida a la climatología del año 1993. En este año la temperatura media en las localidades estudiadas durante los meses de Abril y Mayo fue inferior a la del año 1992, lo que produjo un retraso en la evolución del maíz y en los incrementos de las poblaciones de tetránquidos. Sin embargo, las temperaturas medias de las semanas en las que se detectaron los primeros ataques fue de 17 °C en 1992 y de 20 °C en 1993.

Los ataques más tempranos siempre ocurrieron en parcelas con abundante vegetación de ribazo. En el caso de un ribazo escaso, las colonizaciones se retrasaban a finales del mes de Julio.

Los datos obtenidos coinciden con los descritos en Francia, donde las primeras colonizaciones suceden a partir de la segunda quincena de Junio (GOARANT, 1987). Las fechas encontradas para *T. urticae* en la Vega del Guadalquivir por ALVARADO *et al.* (1984, 1986) indican el comienzo de la colonización a principios de Mayo, aunque en el mismo estado de desarrollo del maíz que en nuestro caso (las diferencias climatológicas hacen que la plantación del maíz se anticipe en Andalucía).

Dinámica de la colonización de la parcela

La dispersión de los ácaros dentro de las parcelas de maíz se ha descrito como en «mancha de aceite» (ALVARADO *et al.*, 1986), es decir, una vez colonizadas las plantas de maíz del borde del cultivo toman

una doble dirección: «vertical» colonizando la totalidad de la planta y «horizontal», desde el borde y hacia el interior de la parcela a medida que progresa la estación (BRANDENBURG y KENNEDY, 1982). El ácaro se mueve buscando tanto un hospedador aceptable como un microclima idóneo para su desarrollo, existiendo dos factores principales para que abandone el hospedador: el aumento de densidad poblacional y el agotamiento de los recursos (MARGOLIES y KENNEDY, 1984, 1985).

En las parcelas estudiadas, la semana anterior al comienzo de la polinización (5,00), cuando está formada la panoja masculina, prácticamente la mitad de las plantas del borde se hallan colonizadas. A partir de este estado las poblaciones aumentan rápidamente y antes de que termine la floración el 100% de las plantas del borde han sido colonizadas (Figura 4).

En Andalucía, según ALVARADO *et al.* (1984, 1986), el 100% del borde de las parcelas se hallan infestadas de *Tetranychus* en la primera quincena de Junio, en el estado fenológico 4,25.

En la Figura 5 se muestra la evolución temporal de colonización que transcurre paralelamente al desarrollo del maíz, hacia el interior de la parcela. Se encuentran ejemplares en el centro de la parcela a mediados de Agosto, coincidiendo con el final de la floración (5,50-6,50).

La colonización observada en este trabajo sigue una pauta similar a la apreciada en la Vega del Guadalquivir (ALVARADO *et al.*, 1984) y coincide con lo observado en Francia, aunque a una velocidad menor, ya que quince días después de las primeras observaciones de tetraníquidos en el borde, se pueden encontrar ácaros en el centro de una parcela de 3 hectáreas (FAUVEL *et al.*, 1987).

Colonización de la planta de maíz. Influencia del estado fisiológico de la planta de maíz en las poblaciones de tetraníquidos

Como se ha indicado anteriormente, las plantas de maíz son colonizadas desde la ve-

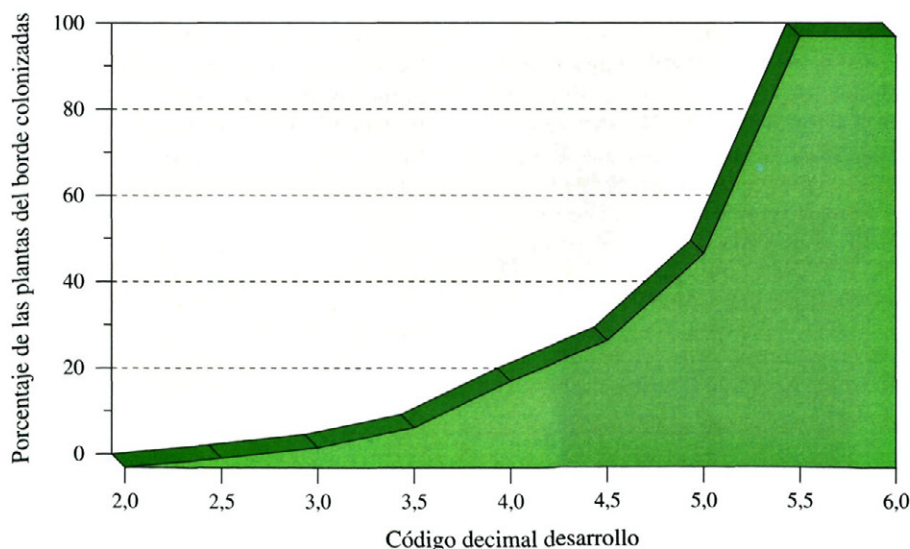


Fig. 4.-Evolución de la colonización por *Tetranychus turkestanii* de las plantas de maíz del borde de la parcela.

26-28 3-4	26-28 3-4	26-28 3-4	28-31 4-5,5	28-31 4-5,5	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> Semana infección Estado fenológico </div>
26-28 3-4	28-31 4-5,5	28-31 4-5,5	31-35 5,5-7	28-31 4-5,5	
26-28 3-4	28-31 4-5,5	31-35 5,5-7	31-35 5,5-7	28-31 4-5,5	
28-31 4-5,5	31-35 5,5-7	31-35 5,5-7	31-35 5,5-7	28-31 4-5,5	
28-31 4-5,5	28-31 4-5,5	28-31 4-5,5	28-31 4-5,5	28-31 4-5,5	

10 metros

Fig. 5.—Fechas de colonización (n.º de semana) de *T. turkestanii* en las distintas zonas de una parcela de maíz y estado de desarrollo de la planta en el momento de la infección.

getación espontánea del borde por hembras que se desplazan caminando. Es lógico, por lo tanto, que *T. turkestanii* empiece atacando las hojas inferiores (hojas 1 a 3) más cercanas al suelo, como se ha observado en las parcelas estudiadas (Figura 6).

A partir del estado fenológico 5,00 o floración (finales del mes de Julio), colonizan las hojas que rodean la mazorca, invadiendo la totalidad de la planta rápidamente. Se ha observado, aunque no se ha cuantificado, una migración hacia las hojas que rodean la mazorca concentrándose la mayor parte de la población de ácaros tetraníquidos.

El sistema de riego utilizado influye en la colonización de las hojas superiores, ya que el riego «al pie» mediante períodos de inundación de la parcela, cubre de barro las hojas inferiores haciendo que los tetraníquidos asciendan.

Numerosos trabajos confirman la colonización de las plantas de maíz desde las hojas inferiores (BRANDENBURG Y KENNEDY, 1982; FAUVEL *et al.*, 1987; MARGOLIES Y KENNEDY, 1985; NAIBO *et al.*, 1989; BARRON Y MARGOLIES, 1991). Los resulta-

dos obtenidos en España (ALVARADO *et al.*, 1984) y Francia (GOARANT, 1987; NAIBO *et al.*, 1989) muestran una dinámica de colonización de las hojas coincidente con nuestros resultados. Las hojas inferiores no parecen ser muy atractivas, ya que *O. pratensis* (en todos los estadios del maíz) tiende a agregarse en la parte superior de las plantas, generalmente con un máximo desde la tercera a la sexta hoja por encima de la primera hoja verde (GILSTRAP *et al.*, 1980), aunque otros autores sitúan este máximo entre la tercera y la cuarta (BARRON Y MARGOLIES, 1991).

Que a partir del estado de floración los ácaros colonicen las hojas que rodean la mazorca y rápidamente el resto de la planta, así como la totalidad de parcela, está bien documentado en la bibliografía (BRANDENBURG Y KENNEDY, 1982; CHANDLER *et al.*, 1979; ALVARADO *et al.*, 1984; MARGOLIES Y KENNEDY, 1984; FAUVEL *et al.*, 1987; NAIBO *et al.*, 1989) y se debe al estado fisiológico de la planta huésped, que afecta directamente a la tasa intrínseca de crecimiento de los ácaros (HUFFAKER, 1969). En el caso del maíz la sa-

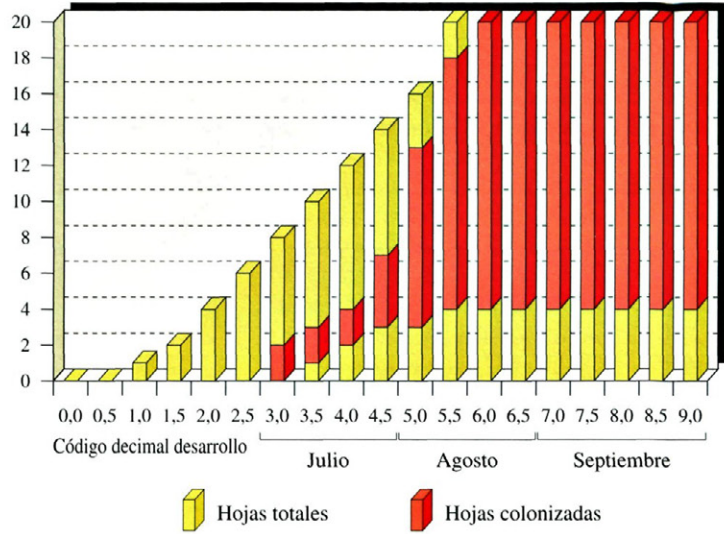


Fig. 6.-Evolución de la colonización de las hojas de las plantas de maíz en Navarra.

lida de la panícula macho (floración masculina) provoca el aumento del aporte de nutrientes a las hojas de la mazorca favoreciendo el desarrollo de las poblaciones de ácaros. Este es un momento crítico, ya que la planta está en el máximo de metabolismo y empieza a formar la futura mazorca (BARTOLINI, 1990). Además, en este estado de desarrollo existe una susceptibilidad mayor por parte de la planta a los ácaros (MANSOUR *et al.*, 1993).

Distribución en la hoja de maíz

Los ácaros se alimentan, casi exclusivamente, en el envés de las hojas y preferentemente en la zona media de éstas y alrededor del nervio central. Se ha observado que a

medida que la hoja se desarrolla, esta se curva a nivel de su tercio central debido al peso. Los ácaros tienden a desplazarse hacia esta zona curvada desde la zona basal de la hoja, tal como se muestra en el cuadro 2, donde aparece el porcentaje de ejemplares en cada uno de los tercios de las hojas. Posiblemente este comportamiento se deba a la mayor facilidad para construir telas complejas en el centro de la hoja, con todos los beneficios que esto reporta a los ácaros.

Dinámica y factores que influyen en las poblaciones de *T. turkestanii* en maíz

Se han distinguido dos estados de desarrollo del maíz en el que las poblaciones de áca-

Cuadro 2.-Porcentaje de ocupación de los tercios de las hojas de maíz por parte de *Tetranychus turkestanii*

Partes de la hoja	Tercio basal	Tercio medio	Tercio apical
Porcentaje del total de <i>Tetranychus</i>	26,5	61,9	11,6

ros tienden a aumentar. El primero es el periodo de aparición de la mazorca que se ha comentado anteriormente. En Navarra, este momento ocurre a comienzos del mes de Agosto. El segundo, cuando ya está formada la mazorca y los granos están en el estado acuoso-pastoso (6,00-7,00), a comienzos de Septiembre. Este incremento, también descrito en la bibliografía (CHANDLER *et al.*, 1979; GOARANT, 1988), puede ser muy variable y verse afectado por otros factores.

Los enemigos naturales, especialmente los ácaros fitoseidos, si están presentes desde el comienzo colonizando las parcelas de maíz junto a los tetraníquidos, reducen los aumentos de fitófagos en el mes de Agosto. El momento crítico ocurre al comienzo de la floración masculina, ya que si los enemigos naturales no están establecidos en esa fecha los fitófagos aumentan sus poblaciones espectacularmente. La especie principal de fitoseido en maíz, en Navarra, es *A. californicus* (IRAOLA *et al.*, 1997). Su abundancia, adaptación al medio y el hecho de que colonice el maíz sincrónicamente con *T. turkestanii*, asegura su presencia en los momentos adecuados. Este fitoseido ha sido utilizado en Francia en ensayos de suelta, observándose que produce una disminución en las poblaciones de fitófagos, aunque su efecto nunca es de acaricida de choque sino que funciona como un acaricida permanente, previniendo los aumentos de las poblaciones de tetraníquidos (GOARANT, 1988).

El clima es un factor también importante. Las temperaturas altas y las bajas humedades favorecen a los tetraníquidos en general (WRENSCH, 1985) y a *T. turkestanii* en particular (CAREY y BRADLEY, 1982). Históricamente, periodos prolongados de temperaturas altas y bajas precipitaciones han hecho aumentar los daños de los ácaros a los cultivos. Además, el clima hace que el control de los fitoseidos sea más o menos efectivo. BERRY *et al.* (1991) con modelos de simulación de control de tetraníquidos por fitoseidos en maíz, afirman que este control se produce en condiciones de temperatura media y humedad relativa alta. Los graves ataques de

tetraníquidos a los maizales de Navarra, a finales de los años 80, coincidieron con un periodo de prolongada sequía y altas temperaturas en verano, lo que ocasionó que el control por los enemigos naturales disminuyera.

Un factor a considerar es la existencia o no de vegetación de ribazo en la lindes del cultivo y las prácticas agronómicas que se realicen sobre ella. La existencia de plantas espontáneas en el borde de la parcela favorece la colonización en fechas tempranas, tanto de ácaros fitófagos como de fauna útil. La quema de la vegetación de los bordes de cultivo tiene un doble efecto; reduce la colonización de los tetraníquidos al mismo tiempo que limita la de los fitoseidos. Se ha observado que un retraso en la entrada de los fitoseidos, respecto a la de los tetraníquidos, provoca que los fitófagos alcancen poblaciones elevadas.

Existe un factor, no planteado en este estudio, que son los tratamientos químicos. Los nuevos regadíos, con sistemas de riego que permiten la utilización de aspersores, harán aumentar el número de hectareas de maíz tratadas, especialmente contra taladros *Sesamia nonagrioides* (Lefebvre) y *Ostrinia nubilalis* (HÜBNER). Estos tratamientos provocan aumentos explosivos en las poblaciones de ácaros fitófagos, tanto por actuar sobre la fisiología de la planta como por eliminar los enemigos naturales (ALVARADO *et al.*, 1986; SCHWEISSING, 1973; BYNUM y ARCHER, 1992; AYYAPPATH *et al.*, 1996). La mayoría de los trabajos se refieren a *O. pratensis* y *T. urticae* y aunque no disponemos de trabajos relacionados con el efecto de estos fitosanitarios sobre *T. turkestanii*, todo hace suponer que los efectos sean los mismos.

Por lo tanto, una gestión adecuada del cultivo puede evitar problemas de acariosis. Salvo condiciones climáticas extremas (prolongadas sequías, por ejemplo), los enemigos naturales van a mantener las poblaciones de ácaros fitófagos a unos niveles bajos. Facilitar la colonización de los depredadores (*A. californicus*, en este caso) al mismo tiempo que los fitófagos, así como evitar los tratamientos químicos injustificados, puede garantizar el control de los tetraníquidos.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Fauvel del I.N.R.A. por su ayuda en la búsqueda bibliográfica.

A todos los propietarios de las fincas agrícolas donde se realizaron los muestreos.

A los componentes del departamento de Zoología y Ecología de la Universidad de Navarra que participaron en los muestreos.

ABSTRACT

IRAOLA, V. M.; MORAZA, M. L. y BIURRUN, R., 1998: Spider mites on corn in Navarra. Ecology of *Tetranychus turkestanii* UGAROV Y NIKOLSKI. *Bol. San. Veg. Plagas*, **24**(3): 609-620.

Ecological populations behavior of *Tetranychus turkestanii* UGAROV Y NIKOLSKI, phytophagous spider mite, infesting corn in Navarra has been studied. This species, which can spend winter time as diapausic female, starts its activity on spontaneous vegetation of the corn plots borders at the beginning of March (mean temperature 13 °C). From here on, and beginning with June, mites move to corn basal leaves of the plots border depending of weather and existence of slope vegetation. Beginning with this moment, mites follow a double direction: upward colonizing corn plants and toward every direction colonizing neighboring corn plants. Corn plants physiological state falls this colonization. During the masculine flowering state and previous week to this time, *T. turkestanii* population increase is favored and total plant and total plot colonization occur. Spider mite populations are affected by: corn physiological state, climate (high temperatures and relative low humidity favour the mite) and natural enemies (predaceous phytoseiid mites over all) which control spider mite populations.

Key words: Corn, spider mites, *Tetranychus turkestanii*, colonization dynamic, population dynamic, Navarra.

REFERENCIAS

- ALVARADO, M.; ARANDA, E.; ALAMEDA, A. y DURAN, J. M., 1984: La araña roja del maíz en la vega del Guadalquivir. *IV Simposium Nacional de Agroquímicos*. Sevilla, 18 pp.
- ALVARADO, M.; DURAN, J. M.; ALAMEDA, A.; CABEZAS, J.; BARBAS, L.; ARANDA, E. y DE LA ROSA, A., 1986: Ácaros-taladros en el maíz de la vega del Guadalquivir. (Sevilla-Cordoba). *IV Jornadas Técnicas del Maíz*. Lerida, 18 pp.
- ÁLVAREZ, R.; BESNIER, F.; GÓMEZ, J. A.; GRANDE, J. A.; QUEIPO, J.; CHICO, S.; URQUIJO, A. y VADELL, M., 1964: Diez temas sobre el maíz. *Servicio de Extensión Agraria. Ministerio de Agricultura*. Madrid, 144 pp.
- ARIAS, A. y ALVARADO, M., 1983: El cultivo del maíz y su situación fitosanitaria en España. Evaluación de pérdidas por «taladros». *Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación*, Madrid, 25 pp.
- AYYAPPATH, R.; WITKOWSKI, J. F. y HIGLEY, L. G., 1996: Population changes of spider mites (Acari: *Tetranychidae*) following insecticide applications in corn. *Environ. Entomol.*, **25**(5): 933-937.
- BARRON, J. A.; MARGOLIES, D. C., 1991: Within-plant dispersal of Banks grass mite (Acari: *Tetranychidae*) on corn. *J. Kansas Entomol. Soc.*, **64**(2): 209-215.
- BARTOLINI, R., 1991: El maíz. *Mundi-Prensa*, 270 pp.
- BERRY, J. S.; HOLTZER, T. O. y NORMAN, J. M., 1991: Experiments using a simulation model of the Banks grass mite (Acari: *Tetranychidae*) and the predatory mite *Neoseiulus fallacis* (Acari: *Phytoseiidae*) in a corn microenvironment. *Environ. Entomol.*, **20**(4): 1074-1078.
- BOUFFARD, M. G., 1990: Acarien, quand tu nos tiens. *Phytoma*, **416**: 14-16.
- BRANDENBURG, R. L. y KENNEDY, G. G., 1982: Inter-crop relationships and spider mite dispersal in a corn-peanut agro-ecosystem. *Entomol. exp. appl.*, **32**: 269-276.
- BYNUM, E. D. y ARCHER, T. L., 1992: Banks grass mite (Acari: *Tetranychidae*) response to selected insecticides used for control of Southwestern corn borer. *J. Agric. Entomol.*, **9**(3): 189-198.
- CAREY, J. R., BRADLEY, J. W., 1982: Developmental rates, vital schedules, sex ratios, and life tables for *Tetranychus urticae*, *T. turkestanii* and *T. pacificus* (Acarina: *Tetranychidae*) on cotton. *Acarologia*, **23**: 333-345.
- CHANDLER, L. D.; ARCHER, T. L.; WARD, C. R. y LYLE, W. M., 1979: Influences of irrigation practices on spider mite densities on field corn. *Environ. Entomol.*, **8**: 196-201.
- DICK, G. L. y BUSCHMAN, L. L., 1995: Seasonal occurrence of a fungal pathogen, *Neozygites adjarica* (Entomophthorales: *Neozygiteaceae*), infecting Banks Grass Mites, *Oligonychus pratensis*, and twospotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: *Tetranchi-*

- dae), in field corn. *J. Kansas Entomol. Soc.*, **68**(4): 425-436.
- EHLER, L. E., 1974: A review of the spider-mite problem on grain sorghum and corn in West Texas. *Texas Agric. Exp. Station Bulletin*, **11149**: 15 pp.
- ESTEBAN DURÁN, J., 1990: Enfermedades parasitarias y plagas del maíz. En: *Vademecum del Maíz. Carlos de Liñan y Vicente (ed)*, Madrid: 254 pp.
- FAUVEL, G.; NAIBO, B.; LE GOFF, CH. y TESSIER, P., 1987: Les acariens tétranyques (in maïs). *Phytoma*, **388**: 23-27.
- GILSTRAP, F. E.; FRIESE, D. D.; SUMMY, K. R. y ARMSTRONG, A. A., 1977: Persistence of *Amblyseius californicus*, *Phytoseiulus persimilis* and *Typhlodromus occidentalis* released in field populations of Banks grass mite in West Texas. *Southwest. Entomol. Suppl.*, **2**: 159-163.
- GILSTRAP, F. E.; SUMMY, K. R.; CHANDLER, L. D.; ARCHER, T. L. y WARD, C. R., 1980: Within plant distribution of Banks grass mite on corn in West Texas. *Environ. Entomol.*, **9**: 546-548.
- GOARANT, G., 1987: Les acariens du maïs. *Document Service Protection des Végétaux, Languedoc-Roussillon*, 34 pp.
- GOARANT, G., 1988: Les acariens du maïs. *Document Service Protection des Végétaux, Languedoc-Roussillon*, 10 pp.
- GOBIERNO DE NAVARRA, 1996: Superficies y producciones. *Coyuntura agraria*, **119**: 15-25.
- GROOT, J.; KROPFF, M.; VOSSEN, F.; SPITTERS, C. y RABBINGE, R., 1986: A decimal code for the developmental stages of maize and its relation to accumulated heat units. *Neth. J. Agric. Sci.*, **34**: 67-73.
- GUPTA, S. K., 1991: The mites of agricultural importance in India with remarks on their economic status. En: «*Modern Acarology*», Eds Dusbábek and Bukva. Prague, **1**: 509-522.
- HATZINIKOLIS, E., 1969: Preliminary notes on tetranychoid and eriophyid mites infesting cultivated plants in Greece. *Proceedings. 2nd International. Congress of Acarology, Nottingham 1967 (ed Akademiai Kiado)*, 161-167.
- HUFFAKER, C. B.; VAN DE VRIE, M. y MCMURTRY, J. A., 1969: The ecology of tetranychid mites and their natural control. *Ann. Review Entomol.*, **14**: 125-174.
- IRAOLA, V. M.; MORAZA, M. L.; BIURRUN, R. y FERRAGUT, F., 1997: Fitoseidos (Acari: *Phytoseiidae*) en maíz y en vegetación en ribazo en Navarra. Densidades y composición de especies. *Bol. San. Veg. Plagas*, **23**: 209-220.
- LOGAN, J. A.; CONGDON, B. D. y ALLDREDGE, J. K., 1983: Ecology and control of spider mites on corn in Northeastern Colorado. *Col. St. Univ. exp. St.*, **585S**. 41 pp.
- LÓPEZ BELLIDO, L., 1991: Cultivos herbáceos. Vol I. Cereales. *Mundi-Prensa, Madrid*: 514 pp
- MACUA, J. L., 1990: Maíz grano. *Navarra Agraria*, **90**: 7-23.
- MANSOUR, F.; BAR-ZUR, A. y ABO-MOCH, F., 1993: Resistance of maize inbred lines to the carmine spider mite *Tetranychus cinnabarinus* (Acari: *Tetranychidae*): evaluation of antibiosis of selected lines at different growth stages. *Maydica*, **38**: 309-311.
- MARGOLIES, D. C. y KENNEDY, G. C., 1984: Population response of the twospotted spider mite, *Tetranychus urticae*, to host phenology in corn and peanut. *Entomol. exp. appl.*, **36**: 193-196.
- MARGOLIES, D. C. y KENNEDY, G. C., 1985: Movement of the twospotted spider mite, *Tetranychus urticae*, among hosts in a corn-peanut agroecosystem. *Entomol. exp. appl.*, **37**: 55-61.
- MEYER, M. K. P. S., 1987: African *Tetranychidae* (Acari: Prostigmata), with reference to the world genera. *Entomol. Mem. Dep. Agric. South Africa, Pretoria*, **69**: 175 pp.
- NAIBO, B., 1989: Protection du maïs contre les acariens *Tetranychus urticae* et *T. turkestanii*. *Colloque sur les acariens des cultures. Montpellier.*, **2,1/1**: 429-435.
- NAIBO, B.; LE GOFF, C. y ALGANS, J. L., 1987: Nuisibilité des acariens du genre *Tetranychus* sur maïs. Contribution à la mise au point d'une stratégie de lutte. *Conférence Internationale sur les ravageurs en agriculture, Paris*: 255-262.
- NAIBO, B.; ALGANS, J. L. y LE GOFF, C., 1988: Stratégie de lutte contre les acariens du maïs. *La Défense des Végétaux*, **249-250**: 21-24.
- PICKETT, C. H. y GILSTRAP, F. E., 1985: Dynamics of spider mite species (Acarina: *Tetranychidae*) composition infesting corn. *J. Kansas Entomol. Soc.*, **58** (3): 503-508.
- PICKETT, C. H. y GILSTRAP, F. E., 1986a: Inoculative releases of Phytoseiids (Acari) for the biological control of spider mites (Acari: *Tetranychidae*) in corn. *Environ. Entomol.*, **15**: 790-794.
- PICKETT, C. H. y GILSTRAP, F. E., 1986b: Dispersion patterns and sampling of spider mites (Acari: *Tetranychidae*) infesting corn in the Texas High Plains. *Environ. Entomol.*, **15**: 335-341.
- PICKETT, C. H.; GILSTRAP, F. E.; MORRISON, R. K. y BOUSE, L. F., 1987: Release of predatory mites by aircraft for the biological control of spider mites infesting corn. *J. Econ. Entomol.*, **80**: 906-910.
- POPOV, S. YA., 1983: Weed hosts of the *Turkestanii* spider mite. *Zashchita Rastenii (Moscow)*, **3**: 48.
- POPOV, S. YA. y VEERMAN, A., 1996: Behavioural response and winter survival of mated and unmated diapausing females of the *Tetranychus atlanticus-urticae* complex (Acari: *Tetranychidae*). *Exp. Appl. Acarol.*, **20**: 167-175.
- RAGUSA, S. y PAOLETTI, M. G., 1985: Phytoseiid mites (Parasitiformes, *Phytoseiidae*) of corn and soybean agroecosystems in the low-laying plain of Veneto (N-E Italy). *Redia*, **LXVIII**: 69-89.
- SCHWEISSING, F. C., 1973: Approaches to the management of the Banks grass mite on corn. *Col. St. Univ. Exp. St. Progress Report*, **41**: 3 pp
- VEERMAN, A., 1985: Diapause. En: *World Crop Pests. Their biology, natural enemies and control*. W. Helle & M.W. Sabelis (eds.), **1A**: 279-310.
- WRENSCH, D. L., 1985: Reproductive parameters. En: *World Crop Pests. Their biology, natural enemies and control*. W. Helle & M.W. Sabelis (eds.), **1A**: 165-168.

(Recepción: 20 abril 1998)

(Aceptación: 16 junio 1998)