

ÍNDICE

| | |
|---|-----|
| RESUMEN | xix |
| RESUMEN | xx |
| ABSTRACT | xxi |
| 1. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.1. Importancia de los ácaros | 3 |
| 1.2. Las arañas rojas en los cultivos hortícolas españoles | 5 |
| 1.2.1. <i>Tetranychus urticae</i> Koch (1836) | 6 |
| 1.2.2. <i>Tetranychus evansi</i> Baker y Pritchard (1960) | 7 |
| 1.2.3. <i>Tetranychus turkestanii</i> Ugarov y Nikolski (1937) | 9 |
| 1.3. Daños de las arañas rojas y métodos de control | 11 |
| 1.4. Los fitoseidos en los cultivos hortícolas | 13 |
| 1.4.1. <i>Phytoseiulus persimilis</i> Athias-Henriot (1957) | 15 |
| 1.4.2. <i>Neoseiulus californicus</i> (McGregor, 1954) | 17 |
| 1.5. Justificación y objetivos | 19 |
| 2. MATERIALES Y MÉTODOS | 21 |
| 2.1. Condiciones generales de los ensayos | 23 |
| 2.1.1. Procedencia y cría de las arañas rojas | 23 |
| 2.1.2. Procedencia y cría de los fitoseidos | 24 |
| 2.1.3. Parámetros biológicos de los fitoseidos en el laboratorio | 25 |
| 2.1.4. Eficacia de los fitoseidos en el control de las arañas rojas en el invernadero | 27 |
| 2.2. Procesamiento y análisis de datos | 29 |
| 2.2.1. Ensayos de laboratorio | 29 |
| 2.2.2. Ensayos en el invernadero | 29 |
| 2.2.3. Simulación de la dinámica poblacional de arañas rojas y fitoseidos en plantas de ciclo corto en invernadero | 30 |
| 2.2.3.1. Modelo matemático de la relación entre las poblaciones de presas y depredadores | 31 |
| 2.2.3.2. Algoritmo de selección | 34 |
| 3. RESULTADOS | 37 |
| 3.1. Respuesta numérica potencial de <i>Neoseiulus californicus</i> y <i>Phytoseiulus persimilis</i> con <i>Tetranychus urticae</i> como alimento | 39 |
| 3.1.1. Duración del desarrollo de los depredadores | 39 |
| 3.1.2. Longevidad, fecundidad y parámetros demográficos de los depredadores | 40 |
| 3.1.3. Consumo de presas por parte de los depredadores | 42 |
| 3.2. Dinámica poblacional de <i>Neoseiulus californicus</i> y <i>Phytoseiulus persimilis</i> con las presas <i>Tetranychus urticae</i>, <i>Tetranychus turkestanii</i> y <i>Tetranychus evansi</i> | 44 |
| 3.2.1. Dinámica depredador-presa en el caso de <i>Tetranychus urticae</i> | 44 |
| 3.2.1.1. Comportamiento de <i>Tetranychus urticae</i> en ausencia de depredadores | 44 |
| 3.2.1.2. Interacciones entre <i>Tetranychus urticae</i> y <i>Neoseiulus californicus</i> . Efecto de distintas relaciones depredador-presa..... | 44 |
| 3.2.1.3. Interacciones entre <i>Tetranychus urticae</i> y <i>Phytoseiulus persimilis</i> . Efecto de distintas relaciones depredador-presa | 48 |

| | | |
|-------------|--|------------|
| 3.2.1.4. | Estimación del índice de daños producidos por <i>Tetranychus urticae</i> | 51 |
| 3.2.2. | Dinámica depredador-presa en el caso de <i>Tetranychus turkestanii</i> | 53 |
| 3.2.2.1. | Comportamiento de <i>Tetranychus turkestanii</i> en ausencia de depredadores | 53 |
| 3.2.2.2. | Interacciones entre <i>Tetranychus turkestanii</i> y <i>Neoseiulus californicus</i> . Efecto de distintas relaciones depredador-presa | 53 |
| 3.2.2.3. | Interacciones entre <i>Tetranychus turkestanii</i> y <i>Phytoseiulus persimilis</i> . Efecto de distintas relaciones depredador-presa | 56 |
| 3.2.2.4. | Estimación del índice de daños producidos por <i>Tetranychus turkestanii</i> | 59 |
| 3.2.3. | Dinámica depredador-presa en el caso de <i>Tetranychus evansi</i> | 61 |
| 3.2.3.1. | Comportamiento de <i>Tetranychus evansi</i> en ausencia de depredadores..... | 61 |
| 3.2.3.2. | Interacciones entre <i>Tetranychus evansi</i> y <i>Neoseiulus californicus</i> . Efecto de distintas relaciones depredador-presa | 61 |
| 3.2.3.3. | Interacciones entre <i>Tetranychus evansi</i> y <i>Phytoseiulus persimilis</i> . Efecto de distintas relaciones depredador-presa | 63 |
| 3.2.3.4. | Estimación del índice de daños producidos por <i>Tetranychus evansi</i> | 65 |
| 3.2.4. | Distribución vertical y desplazamiento de los ácaros en la planta | 67 |
| 3.2.4.1. | Distribución vertical de los ácaros | 67 |
| 3.2.4.2. | Desplazamiento temporal de los ácaros | 69 |
| 3.2.4.3. | Influencia de la densidad poblacional en la distribución vertical de los ácaros ... | 72 |
| 3.2.5. | Evolución de las relaciones depredador-presa durante los ensayos | 75 |
| 3.3. | Simulación de la dinámica poblacional de <i>Neoseiulus californicus</i> y <i>Phytoseiulus persimilis</i> con sus presas <i>Tetranychus urticae</i> y <i>Tetranychus turkestanii</i> | 78 |
| 3.3.1. | Simulación de la dinámica de los depredadores <i>Neoseiulus californicus</i> y <i>Phytoseiulus persimilis</i> con <i>Tetranychus urticae</i> como presa | 78 |
| 3.3.2. | Simulación de la dinámica de los depredadores <i>Neoseiulus californicus</i> y <i>Phytoseiulus persimilis</i> con <i>Tetranychus turkestanii</i> como presa | 83 |
| 4. | DISCUSIÓN | 89 |
| 4.1. | Respuesta numérica potencial de <i>Neoseiulus californicus</i> y <i>Phytoseiulus persimilis</i> con <i>Tetranychus urticae</i> como alimento | 91 |
| 4.2. | Dinámica poblacional de <i>Neoseiulus californicus</i> y <i>Phytoseiulus persimilis</i> con las presas <i>Tetranychus urticae</i>, <i>Tetranychus turkestanii</i> y <i>Tetranychus evansi</i> | 94 |
| 4.2.1. | Eficacia de los depredadores | 94 |
| 4.2.2. | Estimación del índice de daños en hojas | 96 |
| 4.2.3. | Distribución vertical y movimiento de los ácaros en la planta | 98 |
| 3.2.4. | Niveles de suelta de depredadores | 101 |
| 4.3. | Modelización de la dinámica poblacional de <i>Neoseiulus californicus</i> y <i>Phytoseiulus persimilis</i> con sus presas <i>Tetranychus urticae</i> y <i>Tetranychus turkestanii</i> | 104 |
| 5. | CONCLUSIONES | 107 |
| 5.1. | Conclusiones a la respuesta numérica potencial de <i>Neoseiulus californicus</i> y <i>Phytoseiulus persimilis</i> con <i>Tetranychus urticae</i> como alimento | 109 |
| 5.2. | Conclusiones a la dinámica poblacional de <i>Neoseiulus californicus</i> y <i>Phytoseiulus persimilis</i> con las presas <i>Tetranychus urticae</i> , <i>Tetranychus turkestanii</i> y <i>Tetranychus evansi</i> | 109 |
| 5.3. | Conclusiones a la simulación de la dinámica poblacional de <i>Neoseiulus californicus</i> y <i>Phytoseiulus persimilis</i> con las presas <i>Tetranychus urticae</i> y <i>Tetranychus turkestanii</i> | 110 |
| 6. | BIBLIOGRAFÍA | 111 |

| | |
|---|-----|
| ANEXOS | 127 |
| A.1. Gráficos para determinar los parámetros numéricos | 129 |
| A.1.1. Parámetros numéricos de los ensayos con <i>Tetranychus urticae</i> | 129 |
| A.1.2. Parámetros numéricos de los ensayos con <i>Tetranychus turkestanii</i> | 134 |
| A.2. Algoritmo de selección | 139 |
| A.2.1. Ensayo <i>Tetranychus urticae</i> en presencia de <i>Neoseiulus californicus</i> | 139 |
| A.2.2. Ensayo <i>Tetranychus urticae</i> en presencia de <i>Phytoseiulus persimilis</i> | 141 |
| A.2.3. Ensayo <i>Tetranychus turkestanii</i> en presencia de <i>Neoseiulus californicus</i> | 143 |
| A.2.4. Ensayo <i>Tetranychus turkestanii</i> en presencia de <i>Phytoseiulus persimilis</i> | 146 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| 1.1. Macho y hembras adultas de <i>Tetranychus urticae</i> | 6 |
| 1.2. Hembra adulta de <i>Tetranychus evansi</i> | 8 |
| 1.3. Hembra adulta de <i>Tetranychus turkestanii</i> | 9 |
| 1.4. Hembra adulta de <i>Phytoseiulus persimilis</i> | 15 |
| 1.5. Hembra adulta de <i>Neoseiulus californicus</i> | 15 |
| 2.1. Crías de <i>Tetranychus urticae</i> y <i>Tetranychus turkestanii</i> sobre plantas de judía y de <i>Tetranychus evansi</i> en plantas patata | 24 |
| 2.2. Unidad de cría de fitoseidos | 25 |
| 2.3. Cámara de Munger modificada | 26 |
| 2.4. Liberación de las arañas rojas y de los fitoseidos en plantas de judía y patata ... | 28 |
| 3.1. Supervivencia y Tasa de fecundidad de <i>Neoseiulus californicus</i> (N=35) y <i>Phytoseiulus persimilis</i> (N=50) alimentados con <i>Tetranychus urticae</i> en condiciones de laboratorio | 42 |
| 3.2. Variación en el número de <i>Tetranychus urticae</i> y <i>Neoseiulus californicus</i> en plantas de judía en las relaciones depredador-presa 0:25 (testigo), 1:12, 1:8 y 1:4 | 45 |
| 3.3. Evolución poblacional de <i>Neoseiulus californicus</i> en plantas de judía infestadas con <i>Tetranychus urticae</i> en las relaciones depredador-presa 1:12, 1:8 y 1:4 | 47 |
| 3.4. Variación en el número de <i>Tetranychus urticae</i> y <i>Phytoseiulus persimilis</i> en plantas de judía en las relaciones depredador-presa 0:25 (testigo), 1:12, 1:8 y 1:4 | 48 |
| 3.5. Evolución poblacional de <i>Phytoseiulus persimilis</i> en plantas de judía infestadas con <i>Tetranychus urticae</i> , donde se aplicó una relación depredador-presa de 0:25 (testigo), 1:12, 1:8 y 1:4 | 50 |
| 3.6. Índice de daños de <i>Tetranychus urticae</i> en presencia y ausencia de <i>Neoseiulus californicus</i> y <i>P. persimilis</i> en plantas de judía donde se aplicó una relación depredador-presa de 0:25 (testigo), 1:12, 1:8 y 1:4 | 51 |
| 3.7. Variación en el número de <i>Tetranychus turkestanii</i> y <i>Neoseiulus californicus</i> en plantas de judía en las relaciones depredador-presa 0:25 (testigo), 1:16, 1:8 y 1:4 | 54 |
| 3.8. Evolución poblacional de <i>Neoseiulus californicus</i> en plantas de judía infestadas con <i>Tetranychus turkestanii</i> en las relaciones depredador-presa 1:16, 1:8 y 1:4 .. | 55 |
| 3.9. Variación en el número de <i>Tetranychus turkestanii</i> y <i>Phytoseiulus persimilis</i> en plantas de judía en las relaciones depredador-presa 0:25 (testigo), 1:16, 1:8 y 1:4 | 56 |
| 3.10. Evolución poblacional de <i>Phytoseiulus persimilis</i> en plantas de judía infestadas con <i>Tetranychus turkestanii</i> en las relaciones depredador-presa 1:16, 1:8 y 1:4 .. | 58 |
| 3.11. Índice de daños de <i>Tetranychus turkestanii</i> en presencia y ausencia de <i>Neoseiulus californicus</i> y <i>Phytoseiulus persimilis</i> en plantas de judía en las relaciones depredador-presa 0:25 (testigo), 1:16, 1:8 y 1:4 | 59 |
| 3.12. Variación en el número de <i>Tetranychus evansi</i> y <i>Neoseiulus californicus</i> en plantas de patata en las relaciones depredador-presa 0:25 (testigo), 1:16, 1:8 y 1:4 | 62 |
| 3.13. Evolución poblacional de <i>Neoseiulus californicus</i> en plantas de patata infestadas con <i>Tetranychus evansi</i> en las relaciones depredador-presa 1:16, 1:8 y 1:4 | 63 |

| | | |
|-------|---|----|
| 3.14. | Variación en el número de <i>Tetranychus evansi</i> y <i>Phytoseiulus persimilis</i> en plantas de patata en las relaciones depredador-presa 0:25 (testigo), 1:16, 1:8 y 1:4 | 64 |
| 3.15. | Evolución poblacional de <i>Phytoseiulus persimilis</i> en plantas de patata infestadas con <i>Tetranychus evansi</i> en las relaciones depredador-presa 1:16, 1:8 y 1:4 | 65 |
| 3.16. | Índice de daños producidos por <i>Tetranychus evansi</i> en presencia y ausencia de <i>Neoseiulus californicus</i> y <i>Phytoseiulus persimilis</i> en plantas de patata en las relaciones depredador-presa 0:25 (testigo), 1:16, 1:8 y 1:4 | 66 |
| 3.17. | Distribución vertical de los fitoseidos y de las arañas rojas en las plantas del testigo y en las plantas con depredadores | 68 |
| 3.18. | Desplazamiento temporal de los fitoseidos y de las arañas rojas en las plantas del testigo y en las plantas con depredadores | 70 |
| 3.19. | Distribución de <i>Tetranychus urticae</i> y los fitoseidos en las hojas superiores (Hi) e inferiores (Hs) de la planta según la densidad de ácaros en las hojas | 73 |
| 3.20. | Distribución de <i>Tetranychus turkestanii</i> y los fitoseidos en las hojas superiores (Hs) e inferiores (Hi) de la planta según la densidad de ácaros en las hojas | 73 |
| 3.21. | Distribución de <i>Tetranychus evansi</i> y los fitoseidos en las hojas superiores (Hs) e inferiores (Hi) de la planta según la densidad de ácaros en las hojas | 74 |
| 3.22. | Evolución temporal de la relación depredador-presa en cada fecha de muestreo y su comparación con la dosis inicial de suelta de <i>Neoseiulus californicus</i> y <i>Phytoseiulus persimilis</i> alimentados con <i>Tetranychus urticae</i> | 76 |
| 3.23. | Evolución temporal de la relación depredador-presa en cada fecha de muestreo y su comparación con la dosis inicial de suelta de <i>N. californicus</i> y <i>P. persimilis</i> alimentados con <i>Tetranychus turkestanii</i> | 77 |
| 3.24. | Tiempo de extinción de <i>Tetranychus urticae</i> con <i>Neoseiulus californicus</i> | 79 |
| 3.25. | Población máxima de <i>Tetranychus urticae</i> para una Y0 de <i>Neoseiulus californicus</i> alcanzada en un tiempo finito | 80 |
| 3.26. | Dinámica poblacional <i>Tetranychus urticae</i> para varios Y0 de <i>Neoseiulus californicus</i> | 80 |
| 3.27. | Índice de daño de <i>T. urticae</i> cuando la población es máxima para varios Y0 de <i>Neoseiulus californicus</i> | 81 |
| 3.28. | Tiempo de extinción de <i>Tetranychus urticae</i> con <i>Phytoseiulus persimilis</i> | 81 |
| 3.29. | Población máxima de <i>Tetranychus urticae</i> para una Y0 de <i>Phytoseiulus persimilis</i> alcanzada en un tiempo finito | 82 |
| 3.30. | Dinámica poblacional <i>Tetranychus urticae</i> para varios Y0 de <i>Phytoseiulus persimilis</i> | 82 |
| 3.31. | Índice de daños de <i>Tetranychus urticae</i> cuando la población es máxima para varios Y0 de <i>Phytoseiulus persimilis</i> | 83 |
| 3.32. | Tiempo de extinción de <i>Tetranychus turkestanii</i> con <i>Neoseiulus californicus</i> | 84 |
| 3.33. | Población máxima de <i>Tetranychus turkestanii</i> para una Y0 de <i>Neoseiulus californicus</i> alcanzada en un tiempo finito | 85 |
| 3.34. | Dinámica poblacional <i>Tetranychus turkestanii</i> para varios Y0 de <i>Neoseiulus californicus</i> | 85 |
| 3.35. | Índice de daño de <i>Tetranychus turkestanii</i> cuando la población es máxima para varios Y0 de <i>Neoseiulus californicus</i> | 86 |
| 3.36. | Tiempo de extinción de <i>Tetranychus turkestanii</i> por <i>Phytoseiulus persimilis</i> | 86 |
| 3.37. | Población máxima de <i>Tetranychus turkestanii</i> para una Y0 de <i>Phytoseiulus persimilis</i> alcanzada en un tiempo finito | 87 |

| | | |
|-------|---|----|
| 3.38. | Dinámica poblacional <i>Tetranychus turkestan</i> para varios Y0 de <i>Phytoseiulus persimilis</i> | 87 |
| 3.39. | Índice de daño de <i>Tetranychus turkestan</i> cuando la población es máxima para varios Y0 de <i>Phytoseiulus persimilis</i> | 88 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | | |
|-------|--|----|
| 2.1. | Periodo y condiciones ambientales del invernadero en que se realizaron cada uno de los ensayos | 27 |
| 2.2. | Criterios utilizados para evaluar el índice de daño en las hojas | 28 |
| 3.1. | Duración en días del desarrollo de poblaciones autóctonas de <i>Neoseiulus californicus</i> y <i>Phytoseiulus persimilis</i> alimentados con <i>Tetranychus urticae</i> en condiciones de laboratorio | 39 |
| 3.2. | Duración de los períodos reproductivos, fecundidad, longevidad y los parámetros demográficos de hembras adultas de <i>Neoseiulus californicus</i> y <i>Phytoseiulus persimilis</i> en condiciones de laboratorio | 41 |
| 3.3. | Consumo total de huevos de <i>Tetranychus urticae</i> durante cada período de desarrollo de <i>Neoseiulus californicus</i> y <i>Phytoseiulus persimilis</i> en condiciones de laboratorio..... | 43 |
| 3.4. | Número medio de hembras de <i>Tetranychus urticae</i> y efecto de diferentes relaciones depredador-presa con <i>Neoseiulus californicus</i> a lo largo del ensayo. | 46 |
| 3.5. | Número medio de hembras de <i>Neoseiulus californicus</i> en cada una de las relaciones depredador-presa a lo largo del ensayo | 47 |
| 3.6. | Número medio de hembras de <i>Tetranychus urticae</i> y efecto de diferentes relaciones depredador-presa con <i>Phytoseiulus persimilis</i> a lo largo del ensayo. | 49 |
| 3.7. | Número medio de hembras de <i>Phytoseiulus persimilis</i> en cada uno de los niveles depredador-presa a lo largo del ensayo con <i>Tetranychus urticae</i> | 51 |
| 3.8. | Valores medios, desviaciones y significaciones en el índice de daños producidos por <i>Tetranychus urticae</i> en plantas de judía con distintos niveles de suelta de <i>Neoseiulus californicus</i> | 52 |
| 3.9. | Valores medios, desviaciones y significaciones en el índice de daños producidos por <i>Tetranychus urticae</i> en plantas de judía con distintos niveles de suelta de <i>Phytoseiulus persimilis</i> | 53 |
| 3.10. | Número medio de hembras de <i>Tetranychus turkestanii</i> y efecto de las diferentes relaciones depredador-presa con <i>Neoseiulus californicus</i> a lo largo del ensayo | 54 |
| 3.11. | Número medio de hembras de <i>Neoseiulus californicus</i> en diferentes relaciones depredador-presa a lo largo del ensayo con <i>Tetranychus turkestanii</i> | 55 |
| 3.12. | Número medio de hembras de <i>Tetranychus turkestanii</i> y efecto de diferentes relaciones depredador-presa con <i>Phytoseiulus persimilis</i> a lo largo del ensayo ... | 57 |
| 3.13. | Número medio de hembras de <i>Phytoseiulus persimilis</i> y efecto de diferentes relaciones depredador-presa a lo largo del ensayo con <i>Tetranychus turkestanii</i> . | 58 |
| 3.14. | Índice de daño de <i>Tetranychus turkestanii</i> y efecto de diferentes relaciones depredador-presa con <i>Neoseiulus californicus</i> a lo largo del ensayo | 60 |
| 3.15. | Índice de daño de <i>Tetranychus turkestanii</i> y efecto de diferentes relaciones depredador-presa con <i>Phytoseiulus persimilis</i> a lo largo del ensayo | 60 |
| 3.16. | Número medio de hembras de <i>Tetranychus evansi</i> y efecto de diferentes relaciones depredador-presa con <i>Neoseiulus californicus</i> a lo largo del ensayo. | 62 |
| 3.17. | Número medio de hembras de <i>Tetranychus evansi</i> y efecto de diferentes relaciones depredador-presa con <i>Phytoseiulus persimilis</i> a lo largo del ensayo. | 64 |
| 3.18. | Índice de daño de <i>Tetranychus evansi</i> y efecto de diferentes relaciones depredador-presa con <i>Neoseiulus californicus</i> a lo largo del ensayo | 66 |
| 3.19. | Índice de daño de <i>Tetranychus evansi</i> y efecto de diferentes relaciones depredador-presa con <i>Phytoseiulus persimilis</i> a lo largo del ensayo..... | 67 |

