

# EVALUACIÓN DE COMPUESTOS SEMIOQUÍMICOS PARA SU EMPLEO EN ESTRATEGIAS DE AUMENTO DE ENEMIGOS NATURALES DE *IPS SEXDENTATUS* (COL.: *SCOLYTIDAE*)

Iñaki Etxebeste Larrañaga<sup>1</sup>, Ana Belén Martín Hernández<sup>2</sup>, Gema Pérez Escolar<sup>2</sup>, Mercedes Fernández Fernández<sup>1</sup>, Julio J. Díez Casero<sup>1</sup> y Juan A. Pajares Alonso<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dpto. Producción Vegetal & Recursos Forestales, E T S II AA, U. de Valladolid. Avd. Madrid 44. 34071-PALENCIA (España). Correo electrónico: inaki@goisolutions.net

<sup>2</sup>Centro de Sanidad Forestal de Calabazanos. Junta de Castilla y León. 34190-VILLAMURIEL DE CERRATO (Palencia, España)

## Resumen

*Ips sexdentatus* (Boern.) Col. *Scolytidae*, es un insecto plaga de gran relevancia para los bosques de coníferas en la Península Ibérica. Fuertes vientos, incendios o una deficiente gestión forestal pueden generar estallidos poblacionales, debido al aumento de sustrato de cría, que pueden conducir a un ataque agresivo sobre los árboles sanos, provocando daños severos. Tres de los principales depredadores de *I. sexdentatus*, *Thanasimus formicarius* (L.), *Allonyx quadrimaculatus* Schaller (Col.: *Cleridae*) y *Temnochila coerulea* (Oliver, Col.: *Trogossitidae*), son atraídos caíromonalmente hacia las trampas cebadas con compuestos feromonales que se emplean en el control del barrenillo, provocándose un efecto indeseado contrario al manejo sostenible. Sin embargo, este comportamiento podría ser aprovechado para atraer a dichos enemigos a zonas donde puedan ejercer su papel regulador sobre *I. sexdentatus*. Así la respuesta en campo de estos enemigos a cinco formulaciones de cebos feromonales fue evaluada con el objetivo de avanzar en el desarrollo de cebos que permitan aumentar localmente sus poblaciones.

Palabras clave: *Thanasimus formicarius*, *Temnochila coerulea*, *Allonyx quadrimaculatus*, Manejo sostenible, Atracción caíromonal, Escólitidos

## INTRODUCCIÓN

*Ips sexdentatus* (Boern.) Col. *Scolytidae*, es una de las plagas más peligrosas para los bosques de coníferas en la Península Ibérica (GIL & PAJARES, 1986). Eventos que aumentan la cantidad de material hospedante, como vendavales, incendios o una deficiente gestión forestal pueden generar estallidos poblacionales que permiten al barrenillo atacar árboles sanos y generar daños severos. Así por ejemplo, sólo en el año 2000 se

retiraron más de 25.000 árboles en Castilla y León debidos al ataque de este insecto (CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE, JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN, 2001). Aunque ya VITÉ et al. (1972) aportaron las primeras descripciones de compuestos agregativos para esta especie, los primeros cebos operativos no se ensayaron hasta veinte años más tarde (KOHNLE et al., 1992). Finalmente, las primeras formulaciones comerciales disponibles han permitido la reciente incorporación de métodos de captura con trampas de feromona para el segui-

miento y control de las poblaciones de este insecto, en sustitución de la tradicional técnica del árbol cebo (SIERRA & MARTÍN, 2004).

El papel regulador de algunos los enemigos naturales sobre la población de escolítidos a través de su depredación de adultos y de larvas es bien conocido (WESLIEN & REGNANDER, 1992; SCHROEDER & WESLIEN, 1994; AUKEMA & RAFFA, 2002). En el caso de *I. sexdentatus*, la reducción de la progenie provocada por los enemigos naturales ha sido comprobada en campo (PÉREZ et al., 2008) y el impacto ejercido por los depredadores *Thanasimus formicarius* (Col.: Cleridae) y *Temnochila coerulea* (Oliver, Col.: Trogossitidae) ha sido evaluado en laboratorio recientemente, (PAJARES et al., 2008). Estas dos especies, junto con el clérido *Allonyx quadrimaculatus* Schaller resultan atraídos caíromonalmente hacia estas trampas (HANSEN, 1983; PAJARES et al., 2004), lo que conduce a que un elevado número de estos enemigos naturales sean capturados durante los programas de captura masiva del barrenillo, influyendo negativamente en su manejo sostenible (MARTÍN et al., 2007). Sin embargo, el desarrollo de cebos específicos para estos enemigos naturales podría suponer una herramienta para utilizar en estrategias de control biológico, de forma que pudiesen aumentarse las poblaciones locales de enemigos para un control más efectivo de este insecto plaga (DAHLSTEN et al., 2003). El presente estudio se encaminó a evaluar la respuesta caíromonal de estos depredadores frente diversos compuestos semioquímicos de escolítidos de las

coníferas, con el fin de desarrollar un cebo caíromonal efectivo para el aumento de enemigos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio se estableció en el Monte de La Carva, entre los municipios zamoranos de Ferreras de Arriba y Otero de Bodas. La masa estaba formada por repoblaciones de *Pinus pinaster* y *P. sylvestris* de 30 a 40 años. Cinco tratamientos fueron evaluados desde el 27 de abril hasta el 10 de agosto de 2006, siguiendo un diseño de bloques completos al azar con siete repeticiones. Los cebos correspondientes a los tratamientos (Tabla 1) se dispusieron en trampas de embudos múltiples (Pherotech Inc., Canadá, LINDGREN, 1983) colgadas de postes de 2 m, instalados a lo largo de pistas y/o cortafuegos, alejadas de los bordes de la masa arbolada. El cebo agregativo control contenía ipsdienol, descrito como componente principal de la feromona agregativa de *I. sexdentatus* (VITÉ et al., 1974). Excepto el emisor de ipsenol (Pherotech Inc., Canadá), los demás compuestos fueron formulados por SEDQ S.L. (Barcelona). Los emisores se repusieron al cabo de cinco semanas y cada trampa con el cebo correspondiente a su tratamiento se realezatorizó entre las posiciones dentro de cada bloque cada cuatro semanas. Las capturas de *I. sexdentatus* y de sus tres enemigos naturales se registraron semanalmente. Las capturas totales al final del período experimental fueron analizadas mediante un modelo lineal

Tratamiento	Componentes	Emisión por difusor (mg/día)	Difusor	Código
Control (Ipsdienol)	Ipsdienol racémico <sup>1</sup>	No facilitado	Ventana de polietileno	I
Control + <i>cis</i> – verbenol	Ipsdienol racémico <i>cis</i> – verbenol <sup>1</sup>	No facilitado	Ventana de polietileno	IcV
Control + metil butenol	Ipsdienol racémico 2 – metil – 3 – buten – ol <sup>1</sup>	No facilitado	Ventana de polietileno	IMb
Control + Ipsenol	Ipsdienol racémico <sup>1</sup> Ipsenol racémico <sup>2</sup>	No facilitado 0.230 a 20°C	Ventana de polietileno Ampolla de polivinilo	IS
Efecto Ipsenol	Ipsenol racémico <sup>2</sup>	0.230 a 20°C	Ampolla de polivinilo	S

<sup>1</sup>Sociedad Española de Desarrollos Químicos S.L., Barcelona.  
<sup>2</sup>Phero Tech Incorporated, Delta (BC), Canadá.

**Tabla 1.** Tratamientos evaluados, componentes principales de los cebos y el tipo de difusor durante el ensayo con trampas multiembudo

generalizado, ajustado a la distribución de Poisson. las medias se separaron a  $\alpha < 0.05$  mediante el test HSD de Tukey aplicando el ajuste de Bonferroni (REEVE & STROM, 2004). Para evaluar la proporción de enemigos naturales en las capturas comparados con las del escoltído, se calcularon los ratios totales de enemigos / presa, así como los ratios individuales de cada enemigo / presa. Se siguió el mismo análisis estadístico aunque en este caso se ajustó el modelo a la distribución de quasipoisson. El análisis estadístico se codificó empleando el entorno y el lenguaje de programación estadístico R (THE R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2007).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

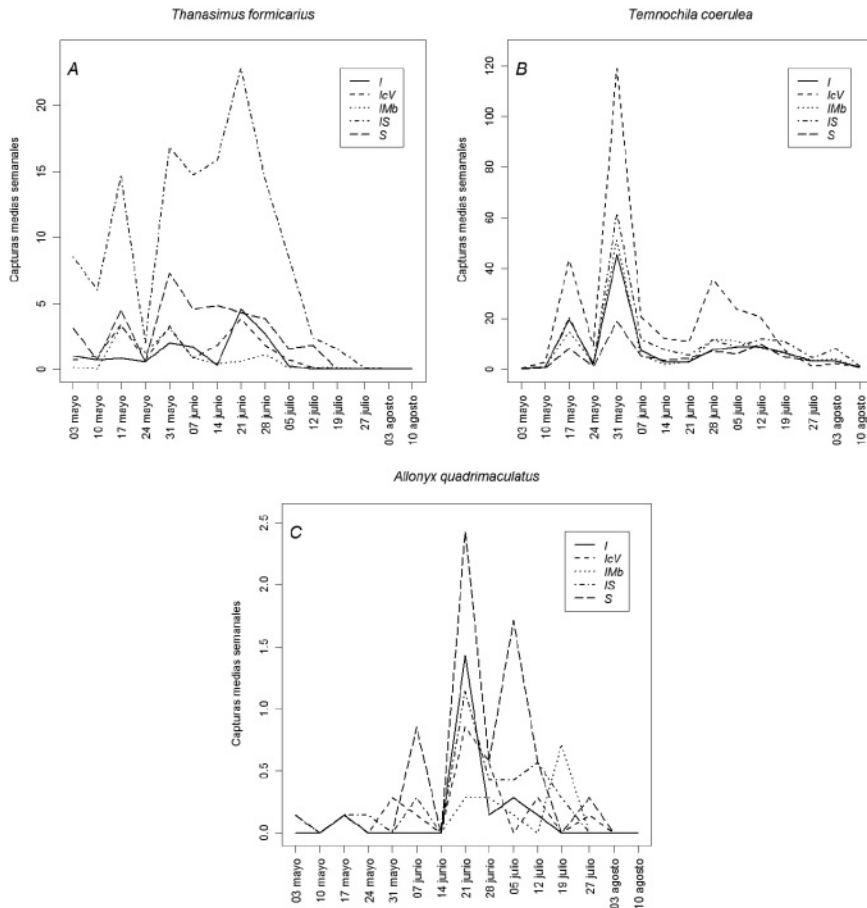
Tal y como se puede observar en la figura 1, durante las 15 semanas del experimento se detectaron dos periodos principales de vuelo de *I. sexdentatus*, con capturas semanales máximas de hasta aproximadamente 140 individuos/trampa. Las capturas de *T. formicarius* sin embargo, mostraron un solo periodo de vuelo coincidente con la primavera y comienzos del verano. *T. coerulea*, comenzó a detectarse con cierto retraso tras el primer pico del barrenillo, alcanzando hasta 120 individuos por trampa y semana. *A. quadrimaculatus*, capturado en mucha menor cantidad, presentó con mayor variabilidad aunque su pico de vuelo ocurrió a finales de junio. El acusado descenso registrado en todos los tratamientos y para todos los insectos en la semana del 24 de mayo, fue seguramente debido a las bajas temperaturas durante esa semana que no superaron los umbrales para el vuelo (promedios diarios  $< 15^{\circ}\text{C}$  en la estación de Villardecervos ZA, INM), junto con el agotamiento de los difusores (coincidiendo con la primera reposición de cebos).

Los resultados obtenidos en los tratamientos evaluados señalan que la adición de metil butenol al compuesto agregativo ipsdienol (tratamiento *IMb*) no produjo un efecto detectable en ninguno de los insectos estudiados (Figuras 1 y 2, Tabla 2), ni tampoco afectó a ninguno de los ratios depredador/presa estudiados (Tabla 3). El efecto de *cis*-verbenol añadido al ipsdienol (*IcV*) incidió principalmente incrementando significativamente el número de capturas de *T. coerulea*

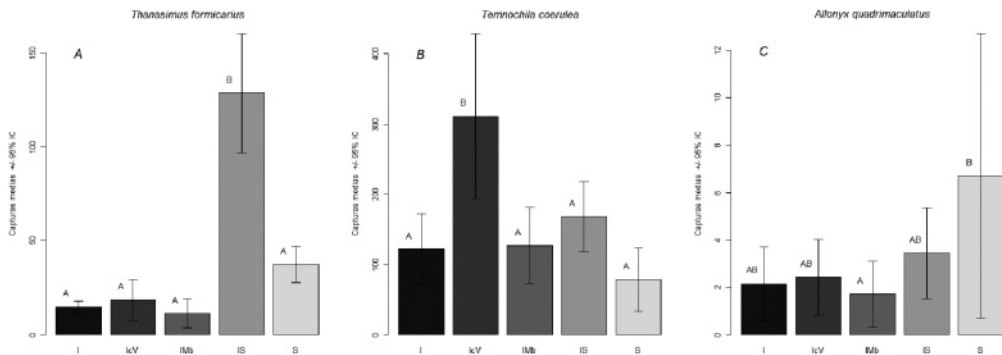
con respecto al tratamiento control (Figura 2, Tabla 2), especialmente durante los meses de junio y julio (Figura 1). Aunque por otro lado, no se detectaron diferencias significativas en los ratios evaluados (Tabla 3). La acción del emisor de ipsenol en las trampas junto con el de ipsdienol incrementó significativamente las capturas de ambos cléridos. Sin embargo, la emisión en solitario de ipsenol no tuvo efectos atractivos sobre el barrenillo, mientras que los cléridos se vieron atraídos tanto como al ipsdienol (Figura 2, Tabla 2). Las bajas capturas de *I. sexdentatus* en las trampas cebadas únicamente con ipsenol, hizo que los ratios enemigos/presa, a excepción de *A. quadrimaculatus*, fuesen significativamente superiores en este tratamiento (Tabla 3).

Aunque el hemiterpeno 2-metil-3-buten-ol (*MB*) ha sido descrito como parte del complejo feromonal de otros escoltídos de coníferas, los resultados obtenidos en este estudio parecen indicar que, a las tasas de emisión estudiadas, el compuesto no afecta al comportamiento de ninguno de los depredadores de *I. sexdentatus*. El sinergismo que el monoterpeno *cis*-verbenol, dentro del repertorio de señales producido por varios miembros de la subfamilia Scolytinae, obtuvo junto al principal componente feromonal del barrenillo, ipsdienol, confirma la atracción cairomonal que este compuesto ejerce sobre las especies del género *Temnochila*, y en particular sobre *T. coerulea* (PAJARES et al., 2004; FETTIG et al., 2005). Sin embargo, se desconoce si este efecto se reproduce al emplear *cis*-verbenol en solitario.

La respuesta cairomonal de *T. formicarius* hacia el ipsenol es bien conocida (BAKKE & KVAMME, 1981), y su poder de atracción sobre *T. coerulea* ha sido citado recientemente (PAJARES et al., 2004). El poder atractivo de la mezcla ipsenol-ipsdienol sobre *A. quadrimaculatus* también había sido citado anteriormente (TERREN & RAMISA, 1983), por lo que nuestros resultados vienen a confirmar dichos estudios. Por otro lado, el análisis de los ratios enemigos/presa para el ipsenol revela que éste atrae a una proporción de enemigos naturales con respecto a las presas mucho mayor que cualquiera de los otros tratamientos (excepto para *A. quadrimaculatus* donde las diferencias no fueron significativas). Este resultado, sumado a su buen nivel de capturas de enemigos (Figura 2), desta-



**Figura 1.** Evolución temporal de las capturas de *Ips sexdentatus* y sus enemigos naturales (Gráficas A-C). Cada punto representa la captura media semanal por insecto y tratamiento durante el periodo experimental



**Figura 2.** Capturas totales medias de *Ips sexdentatus* y sus enemigos naturales por tratamiento +/- 95% IC (n=7; Gráficas A – C). Los tratamientos que comparten las mismas letras no difieren significativamente ( $\alpha \geq 0.05$ )

Tratamiento <sup>1,2</sup>	T. formicarius		T. coerulea		A. quadrimaculatus	
I	14,71±3,19	A	121,86±50,41	A	2,14±1,55	AB
IcV	18,43±10,68	A	311,57±117,78	A	2,43±1,59	AB
IMb	11,29±7,73	A	126,43±54,97	B	1,71±1,38	A
IS	128,71±31,75	B	168,00±49,88	A	3,43±1,91	AB
S	37,29±9,78	A	78,29±44,89	A	6,71±6,01	B

<sup>1</sup> Tratamiento: capturas totales medias ± 95% IC, n = 7.  
<sup>2</sup> Para cada columna, los tratamientos que comparten las mismas letras no difieren significativamente ( $\alpha \geq 0,05$ ).

**Tabla 2.** Efecto de los tratamientos en las capturas totales medias ( $\pm$  95% IC, n = 7) de los enemigos naturales de *Ips sexdentatus*

Tratamiento <sup>1,2</sup>	Enemigos/Ips		T. formicarius/Ips		T. coerulea/Ips		A. quadrimaculatus/Ips	
I	0,56±0,12	A	0,07±0,03	A	0,48±0,11	A	0,01±0,01	A
IcV	1,11±0,36	A	0,06±0,04	A	1,04±0,35	A	0,01±0,01	A
IMb	0,61±0,16	A	0,06±0,04	A	0,54±0,17	A	0,01±0,01	A
IS	0,64±0,26	A	0,28±0,14	A	0,35±0,16	A	0,01±0,01	A
S	74,70±82,68	B	20,72±18,35	B	49,96±60,01	B	4,02±5,67	A

<sup>1</sup> Tratamiento: ratios medios de capturas totales ± 95% IC, n = 7  
<sup>2</sup> Para cada columna, los tratamientos que comparten las mismas letras no difieren significativamente ( $\alpha \geq 0,05$ )

**Tabla 3.** Efecto de los tratamientos en los ratios medios depredador/presa ( $\pm$  95% IC, n = 7) para los tres enemigos naturales a *Ips sexdentatus* conjuntamente y para cada uno individualmente

ca al ipsenol como un buen candidato para la aplicación de tácticas de aumento local de depredadores de *I. sexdentatus*.

Resumiendo, los tratamientos IS y IcV tuvieron el mayor efecto sobre las poblaciones de los principales depredadores sujetos a estudio, *T. formicarius* y *T. coerulea*, por lo que ambas formulaciones son interesantes cebos para estimar las poblaciones relativas de estos insectos. Por otro lado, el ipsenol junto con el *cis*-verbenol, y el posible sinergismo entre de ambos se presentan como buenos candidatos para su posible aplicación en el aumento poblacional de enemigos. Estudios futuros deberán ir encaminados hacia el estudio del efecto de tal estrategia, antes de que pueda ser aplicada, ya que, por ejemplo, no disponemos de métodos definitivos que determinen la población existente en una determinada localidad, y aún se desconoce el radio de acción de las señales cairomonales para los enemigos naturales.

### Agradecimientos

Agradecemos a Gonzalo Álvarez su colaboración y compañía, a José Manuel Heras (SS.

TT, Zamora), Luís Miguel (Calabazanos), Cándido y Carlos (TECMENA SL), y el resto de colaboradores. Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio de Educación y Ciencia, mediante el proyecto “Control integrado de escolítidos de los pinos” (AGL 2004-07507-C04-04). El autor es beneficiario de una beca financiada entre la Universidad de Valladolid y la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León.

### BIBLIOGRAFÍA

- AUKEMA, B.H. & RAFFA, K.F.; 2002. Relative effects of exophytic predation, endophytic predation, and intraspecific competition on a subcortical herbivore: consequences to the reproduction of *Ips pini* and *Thanasimus dubius*. *Oecologia* 133(4): 483-491.
- BAKKE, A. & KVAMME, T.; 1981. Kairomone Response in *Thanasimus* Predators to Pheromone Components of *Ips typographus*. *J. Chem. Ecol.* 7(2): 305-312.
- CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE. JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN; 2001. *Informe 2000: La*

- Salud de los Bosques de Castilla y León*. Junta de Castilla y León. Valladolid.
- DAHLSTEN, D.L.; SIX, D.L.; ERBILGIN, N.; RAFFA, K.F.; LAWSON, A.B. & ROWNEY, D.L.; 2003. Attraction of *Ips pini* (Coleoptera : Scolytidae) and its predators to various enantiomeric ratios of ipsdienol and lanierone in California: Implications for the augmentation and conservation of natural enemies. *Env. Entomol.* 32(5): 1115-1122.
- FETTIG, C.J.; BORYS, R.R.; DABNEY, C.P.; MCKELVEY, S.R.; CLUCK, D.R. & SMITH, S.L.; 2005. Disruption of red turpentine beetle attraction to baited traps by the addition of California fivespined ips pheromone components. *Canadian Entomologist* 137(6): 748-752.
- GIL, L.A. & PAJARES, J.A.; 1986. *Los Escolítidos de las Coníferas en la Península Ibérica*. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. Madrid.
- HANSEN, K.; 1983. Reception of Bark Beetle Pheromone in the Predaceous Clerid Beetle, *Thanasimus formicarius* (Coleoptera, Cleridae). *J. Comp. Physiol.* 150(3): 371-378.
- KOHNLE, U.; MEYER, M. & KLUBER, J.; 1992. Formulation of Population Attractant for the Pine Bark Beetle, *Ips sexdentatus* (Col, Scolytidae). *Allgemeine Forst Und Jagdzeitung* 163(5): 81-87.
- LINDGREN, B.S.; 1983. A Multiple Funnel Trap for Scolytid Beetles (Coleoptera). *Canadian Entomologist* 115(3): 299-302.
- MARTÍN, A.B.; PÉREZ, G.; ETXEESTE, I.; DíEZ, J.J. & PAJARES, J.A.; 2007. *Minimizing the impact of pheromone mass trapping on Ips sexdentatus predators Thanasimus formicarius and Temnochila coerulea. Natural enemies and other multi-scale influences on forest insects*. Vienna. Austria.
- PAJARES, J.A.; IBEAS, F.; DIEZ, J.J. & GALLEGO, D.; 2004. Attractive responses by *Monochamus galloprovincialis* (Col., Cerambycidae) to host and bark beetle semiochemicals. *J. Appl. Entomol.* 128(9-10): 633-638.
- REEVE, J.D. & STROM, B.L.; 2004. Statistical problems encountered in trapping studies of scolytids and associated insects. *J. Chem. Ecol.* 30(8): 1575-1590.
- SCHROEDER, L.M. & WESLIEN, J.; 1994. Interactions between the Phloem-Feeding Species *Tomicus piniperda* (Col, Scolytidae) & *Acanthocinus aedilis* (Col. Cerambycidae), and the Predator *Thanasimus formicarius* (Col, Cleridae) with Special Reference to Brood Production. *Entomophaga* 39(2): 149-157.
- SIERRA, J.M. & MARTÍN, A.B.; 2004. Efectividad de trampas de feromona en la captura masiva de *Ips sexdentatus* Boern. (Coleoptera: Scolytidae), escolítido perforador de los pinos. *Bol. San. Veg., Plagas* 30: 745-752.
- TERREN, C.A. & RAMISA, R.S.; 1983. Contribution to knowledge of the Cleridae (Col.) in the forests of *P. sylvestris* in the Roncal Valley (Navarre). *En: Actas I Congr. Ibérico Entomología*.
- THE R DEVELOPMENT CORE TEAM; 2007. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing. Vienna. Austria.
- VITÉ, J.P.; BAKKE, A. & HUGHES, P.R.; 1974. Sex Attractant of Bark Beetles, *Ips sexdentatus*. *Naturwissenschaften* 61(8): 365-366.
- VITÉ, J.P.; BAKKE, A. & RENWICK, J.A.A.; 1972. Pheromones in *Ips* (Col.: Scolytidae) - Occurrence and Production. *Canadian Entomologist* 104(12): 1967-1975.
- WESLIEN, J. & REGNANDER, J.; 1992. The Influence of Natural Enemies on Brood Production in *Ips typographus* (Col., Scolytidae) with Special Reference to Egg-Laying and Predation by *Thanasimus formicarius* (Col. Cleridae). *Entomophaga* 37(2): 333-342.