



1821 Universidad de Buenos Aires

Resolución Consejo Directivo

Número: RESCD-2022-1781-E-UBA-DCT#FCEN

CIUDAD DE BUENOS AIRES

Jueves 15 de Septiembre de 2022

Referencia: EX-2022-04592909- -UBA-DMESA#FCEN - POSGRADO - SESION
05/09/2022

VISTO:

La nota presentada por la Dirección del Departamento de Biodiversidad y Biología Experimental la cual eleva la información del curso de posgrado Tópicos en Fisiología y Comportamiento de Insectos (DOC8800865) para el año 2022,

CONSIDERANDO:

lo actuado por la Comisión de Doctorado,

lo actuado por la Comisión de Posgrado,

lo actuado por este Cuerpo en la sesión realizada el día 5 DE SEPTIEMBRE DE 2022,

en uso de las atribuciones que le confiere el Artículo 113º del Estatuto Universitario,

**EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y
NATURALES**

R E S U E L V E:

ARTÍCULO 1º: Aprobar el dictado del curso de posgrado Tópicos en Fisiología y Comportamiento de Insectos (DOC88008654) de 160 horas de duración, que será dictado por el Dr. Walter Farina con la colaboración del Dr. Andrés Arenas.

ARTÍCULO 2º: Aprobar el programa del curso de posgrado Tópicos en Fisiología y Comportamiento de Insectos (DOC8800865) que como anexo forma parte de la presente Resolución, para su dictado en segundo cuatrimestre de 2022.

ARTÍCULO 3º: Aprobar un puntaje máximo de cinco (5) puntos para la Carrera del Doctorado.

ARTÍCULO 4º: Establecer un arancel de CATEGORÍA 4 estableciendo que dicho arancel estará sujeto a los descuentos y exenciones estipulados mediante la Resolución CD N° 1072/19. Disponer que los fondos recaudados ingresen en la cuenta presupuestaria habilitada para tal fin, y sean utilizados de acuerdo a la Resolución 072/03.

ARTÍCULO 5º: Disponer que de no mediar modificaciones en el programa, la carga horaria y el arancel, el presente Curso de Posgrado tendrá una vigencia de cinco (5) años a partir de la fecha de la presente Resolución.

ARTÍCULO 6º: Comuníquese a todos los Departamentos Docentes, a la Dirección de Estudiantes y Graduados, a la Dirección de Movimiento de Fondos, a la Dirección de Presupuesto y Contabilidad, a la Biblioteca de la FCEyN y a la Secretaría de Posgrado con copia del programa incluida. Cumplido, pase a BBE#FCEN y resérvese.

ANEXO

PROGRAMA

TÓPICOS EN FISIOLOGÍA Y COMPORTAMIENTO DE INSECTOS

OBJETIVOS

El objetivo principal de la materia es brindar un abordaje integrado de los distintos sistemas fisiológicos de uno de los grupos taxonómicos más expandido del reino animal. Debido a su enfoque, el modelo elegido (los insectos) es una excusa para presentar una visión sistémica. Por lo tanto, esta materia no solo está pensada para aquellos que quieran especializarse en Artrópodos, sino para cualquier alumno que quiera adquirir una visión integrativa de un sistema biológico desde la Fisiología. A partir del marco teórico mencionado la materia se propone transmitir conceptos que apunten a fortalecer tópicos relacionados con los Sistemas Biológicos Complejos por sobre los contenidos relativos a la fisicoquímica, bioquímica y biofísica. Para ello se organiza a partir del dictado de contenidos teóricos básicos, la discusión de bibliografía actualizada en clases de Seminarios y la realización de variados Trabajos Prácticos que abordan algunos de los sistemas fisiológicos de los Insectos.

CONTENIDOS MÍNIMOS

Sistemas fisiológicos básicos. Introducción general. El sistema tegumentario. Sistema nervioso. Sistema muscular y Locomoción. Digestión y Nutrición. Sistema circulatorio. Respiración. Metabolismo energético. Sistema excretor. Reproducción. Desarrollo y diferenciación. Regulación hormonal. Estrategias de crecimiento. Cambios hormonales durante el desarrollo. Orígenes de los holometábolos.

Fisiología Sensorial. Órganos emisores y receptores de señales. Codificación y decodificación. Información y ruido. Proceso de transducción de señales, modulación y convergencia entre distintas entradas sensoriales. Visión. Tipos de órganos visuales. Limitantes físicos de la visión. Visión monocular y binocular. Percepción de movimiento. Visión de colores y de polarización. Quimiorrecepción. Vías olfativas de procesamiento. Quimiorrecepción de contacto. Mecanorrecepción.

Fisiología a escala social y comportamiento. Quinesis y taxias. Navegación. Estrategias de navegación. Sistemas de Comunicación. Tipos de señales. Comunicación química. Glándulas exócrinas asociadas a la producción de feromonas. Tipos de feromonas. Aprendizaje y comunicación química. Biología Social y Fisiología. Principios comparados de organización social.

OBJETIVOS

El objetivo principal de la materia es brindar un abordaje integrado de los distintos sistemas fisiológicos de uno de los grupos taxonómicos más expandido del reino animal. Debido a su enfoque, el modelo elegido (los insectos) es una excusa para presentar una visión sistémica. Por lo tanto, esta materia no solo está pensada para aquellos que quieran especializarse en Artrópodos, sino para cualquier alumno que quiera adquirir una visión integrativa de un sistema biológico desde la Fisiología. A partir del marco teórico mencionado la materia se propone transmitir conceptos que apunten a fortalecer tópicos relacionados con los Sistemas Biológicos Complejos por sobre los contenidos relativos a la fisicoquímica, bioquímica y biofísica. Para ello se organiza a partir del dictado de contenidos teóricos básicos, la discusión de bibliografía actualizada en clases de Seminarios y la realización de variados Trabajos Prácticos que abordan algunos de los sistemas fisiológicos de los Insectos.

CONTENIDOS MÍNIMOS

Sistemas fisiológicos básicos. Introducción general. El sistema tegumentario. Sistema nervioso.

Sistema muscular y Locomoción. Digestión y Nutrición. Sistema circulatorio. Respiración. Metabolismo energético. Sistema excretor. Reproducción. Desarrollo y diferenciación. Regulación hormonal. Estrategias de crecimiento. Cambios hormonales durante el desarrollo. Orígenes de los holometábolos.

Fisiología Sensorial. Órganos emisores y receptores de señales. Codificación y decodificación.

Información y ruido. Proceso de transducción de señales, modulación y convergencia entre distintas entradas sensoriales. Visión. Tipos de órganos visuales. Limitantes físicos de la visión. Visión monocular y binocular. Percepción de movimiento. Visión de colores y de polarización. Quimiorrecepción. Vías olfativas de procesamiento. Quimiorrecepción de contacto. Mecanorrecepción.

Fisiología a escala social y comportamiento. Quinesis y taxias. Navegación. Estrategias de

navegación. Sistemas de Comunicación. Tipos de señales. Comunicación química. Glándulas exócrinas asociadas a la producción de feromonas. Tipos de feromonas. Aprendizaje y comunicación química. Biología Social y Fisiología. Principios comparados de organización social.

PROGRAMA ANALÍTICO

Parte I: Sistemas fisiológicos básicos

1- Introducción general: la Biología Experimental como base de estudios fisiológicos en insectos. Características generales de los insectos, sus orígenes, principales grupos taxonómicos, abundancia y distribución.

2.- El sistema tegumentario: exoesqueleto, sus ventajas mecánicas y desventajas funcionales. Estructura y propiedades de la cutícula. Células epidérmicas. Tipos y secreciones. Deposición, curtido, apólisis y ecdisis. Química de la cutícula. Composición química, distensión lenta y rápida. Plasticización. Control de las propiedades mecánicas de la cutícula. Esclerotización Resilina. Glándulas epidérmicas. Coloración. Escamas.

3.- Sistema nervioso. Ventajas metodológicas de estudiar el sistema nervioso en Insectos. Organización estructural y funcional. Estructura ganglionar, neuropilos. Neuronas monopolares, bipolares y multipolares. Neuronas sensoriales, motoras e interneuronas. Células de la glía y neurosecretoras. Relaciones funcionales y evolutivas entre las células nerviosas. Centros nerviosos, estructura y función. Sinapsis químicas y eléctricas. Sistema nervioso central: proto, deutero y tritocerebro; sus estructuras y funciones, vías de procesamiento. Sistema nervioso periférico, somático y visceral: sistema nervioso torácico, ganglios abdominales. Neurotransmisores y neuromoduladores. Métodos de estudio de neuroanatomía funcional. Neurogénesis. Metamorfosis del sistema nervioso.

4.- Sistema muscular y Locomoción. Estructura y propiedades de los músculos de los insectos. Músculos pinnados, sincrónicos y asincrónicos. Inervación. Locomoción terrestre, caminar vs. reptar. Salto, locomoción y vuelo. Biomecánica. Control nervioso de la locomoción. Modelo de Cruse. Proceso reflejo. Control endógeno y coordinación durante la caminata. Locomoción aérea. Número de Reynolds. Evolución del ala en insectos, su ontogenia. Control nervioso durante el vuelo.

5.- Digestión y Nutrición. Orígenes y ubicación. Partes bucales y cavidad oral. Tubo digestivo. Organización funcional. Adaptaciones morfológicas y funcionales a la dieta.

Diferencia entre mordedores y succionadores. Modalidades alimenticias y dietas. Control y regulación de la ingestión. Digestión y secreción de saliva. Digestión extraintestinal. Digestión en lumen digestivo. Compartimentalización. Simbiontes. Asociaciones permanentes y facultativas, infección y colonización. Nutrición. Aprovechamiento de nutrientes. Absorción y movimiento del agua.

6.- Sistema circulatorio. Función, requerimientos y estructura. El vaso dorsal, corazón y válvulas. Órganos pulsátiles accesorios. La circulación de fluidos. Latido cardíaco. Control nervioso de la circulación. Hemolinfa. Plasma y hemocitos. Células pericardiales. Cuerpo graso. Oenocitos. Mecanismo inmune. Respuesta inmune. Función termorregulatoria del sistema circulatorio, control de la temperatura corporal. Heterotermia. Resistencia y tolerancia al frío; anticongelantes. Tolerancia a altas temperaturas, estrategias. Sistemas de contracorriente.

7.- Respiración. Sistema traqueal. Ventajas. Patrones básicos. Intercambio gaseoso por traqueolas y por tráqueas aeríferas. Modificaciones, sacos aéreos, tokus. Espiráculos. Transporte de gases. Movimientos respiratorios. Adaptaciones funcionales y celulares. Pigmentos respiratorios. Respiración en insectos acuáticos y parásitos. Branquias físicas. Estructura y función del plastrón. Coordinación respiración/circulación.

8.- Metabolismo energético. Origen de la fuente de calor. Tasa metabólica basal, standard y activa. Metabolismo energético en vuelo y en caminata. Obtención de energía a corto plazo. El rol de la hemolinfa y el cuerpo graso en el almacenaje de energía. Sistema de medición del metabolismo energético. Sistema de flujo abierto y cerrado. Medición de CO₂ y O₂. Medición indirecta del consumo metabólico a través del registro de la temperatura corporal. Termometría. Medición directa del consumo metabólico, calorimetría.

9.- Sistema excretor. Órganos excretores y acumuladores de desechos. Complejo túbulos de Malpighi-recto, morfología y función. Papilas rectales, sistema criptonefrídial. Regulación de la diuresis. Equilibrio hídrico y salino.

8.- Reproducción. Morfología y función de los órganos reproductores y glándulas anexas. Potencial reproductivo de los insectos. Sistema reproductor femenino. Ovariolas. Vitelogénesis. Ovulación, fertilización y oviposición. Fecundación externa, interna y hemocélica. Espermatóforos. Regulación de la función ovárica. Oviposición. Sistema reproductor masculino. Comportamiento sexual. Métodos no convencionales de reproducción. Partenogénesis haploide y automíctica. Determinación sexual genética y hormonal. Viviparidad. Ovoviviparidad. Viviparidad pseudoplacentaria y adenotrófica. Diferenciación, factores difusibles, elementos maternos y embrionarios.

9.- Desarrollo y diferenciación. Desarrollo embrionario. Organizadores. Tipos de huevo. Gastrulación. Blastokinesis. Organogénesis. Crecimiento y diferenciación. Orígenes de la endocrinología. Estructuras endócrinas glandulares y de origen. Órganos

neurohémica. Estructura química de las hormonas, producción, liberación, transporte y modo de acción. Regulación hormonal del crecimiento y la diferenciación. Muda y metamorfosis. Determinación de castas en insectos sociales. Control endocrino de la diferenciación sexual, de la reproducción, del metabolismo y del equilibrio hídrico. Estadios. Metamorfosis. Diapausa. Limitaciones del crecimiento. Estrategias de crecimiento. Estrategias metamórficas. Cambios hormonales durante el desarrollo. Efecto de las condiciones ambientales durante el desarrollo. Endocrinología y desarrollo de castas. Orígenes de los holometábolos. Teorías.

Parte II: Fisiología Sensorial

10.- Introducción: La Fisiología y la Ecología como áreas de la Biología para estudiar Sistemas Sensoriales. Conceptos básicos, órganos emisores y receptores de señales. Codificación y decodificación. Sistemas sensoriales. El concepto de información y ruido. El filtrado durante los procesos de adquisición de información. Band-passfilters, matched-filters. Proceso de transducción de señales, modulación y convergencia entre distintas entradas sensoriales.

11.- Visión. Propagación de la luz. Órganos sensoriales. Diseño y evolución de los sistemas visuales en vertebrados e invertebrados. Ojos tipo cámara oscura, cámara con espejo y cámara con lente. Estructura, ontogenia y función de los ojos simples, stemmata y ocelos. Ojo compuesto de aposición simple, afocal, transparente y de rabdoma abierto. Proceso de transducción. Superposición neural. Ojo compuesto de superposición óptica de refracción, reflexión y parabólico. Limitantes físicos de la visión. Difracción, ruido fotónico y resolución espacial. Modos de guías de onda. Mecanismos de compensación. Resolución del ojo de un insecto. Especializaciones morfológicas y funcionales, relaciones evolutivas. Luminosidad. Inhibición lateral. Visión de formas y estimación de distancias. Composición espectral. Visión monocular y binocular. Constancia de tamaño, paralaje, estereopsis y “matchedfilters”. Percepción de movimiento. Modelo de correlación Visión de colores y de polarización, bases estructurales y funcionalidad. Interneuronas oponentes de color y de polarización. El área POL. Modelo de analizadores cruzados.

12.- Quimiorrecepción. La estimulación química. Naturaleza y cantidad de los estímulos químicos. Diversidad morfológicas de los órganos olfatorios. Estructuras de las quimiosensilias. Mecanismos de transducción, proteínas transportadoras de moléculas odoríferas (OBP), PBP, GOB, segundos mensajeros. Receptores especialistas y generalistas, integración periférica y central. Electroantenogramas. Vías olfativas de procesamiento. Lóbulos antenales. Glomérulos. Representación topográfica de olores. Efecto de la experiencia sobre la representación topográfica. Cuerpos pedunculados y vías de procesamiento superiores. Quimiorrecepción de contacto. Partes bucales y registros extracelulares. Registros intracelulares y especificidad. Respuesta fisiológica

frente a moléculas específicas. Dinámica de la respuesta sensorial gustativa. Receptores bucales, antenales y tarsales. Vías iniciales de procesamiento. El ganglio subesofágico. Integración central de las vías olfativas y gustativas. Las interneuronas ventrales (VUM) en insectos.

13.- Mecanorrecepción. Propioceptores y exteroceptores. Mecanismos de transducción. Pelos sensoriales, órganos cordotonales. Estructura y función de los tímpanos, receptores de presión y de gradientes de presión. Sensillas campaniformes. Receptores de estiramiento. Propiedades biofísicas de los sistemas auditivos. Receptores de vibración. Procesamiento de la información auditiva. Propagación de partículas de aire, ¿sonido o vibración? Órgano de Johnston. Producción de sonido en el campo cercano. Vibración por sustrato. Órgano subgenual. Higro-termorrecepción.

Parte III: Fisiología a escala social y comportamiento

14.- Fisiología del comportamiento. Introducción y objetivos. Comportamiento de orientación. Respuestas. Quinesis, taxias y navegación. Convergencia multimodal. Navegación. Orientación hacia el blanco. Geometría del blanco. Distancia del blanco. Precisión en la navegación. Bitácora. Odómetro. Dirección al blanco. Compases. Referencias iniciales, terrestres y celestes. El uso de la luz polarizada en insectos. Modelos de insectos para el estudio de la navegación. Localización del blanco. Mapas simples y sentido de mapa. Estrategias de navegación. Piloting. Deadreckoning. Marcas de terreno y su uso en la navegación. Comparación de imágenes de memoria. Modelo de Cartwright y Collett. Navegación vectorial y de sitio.

15.- Sistemas de Comunicación. Interacciones informacionales. Categorías de comunicación verdadera. Tipos de señales. Diferencia entre señal y clave. Teoría de la comunicación. Importancia del contexto. Comunicación en un contexto ecológico y funcional. Interacciones diádicas y triádicas. Mimetismo y sus tipos. Comunicación química. Clases de interacciones químicas. Productos de excreción, traza o feromonas. Glándulas exócrinas asociadas a la producción de feromonas. Tipos de feromonas. EAG. Respuestas comportamentales. Comunicación intraespecífica por alleloquímicos. Aprendizaje y comunicación química. Comunicación acústica. Órganos estriduladores. Ensayo de comportamiento. Las abejas como modelo complejo: el uso de múltiples canales de comunicación en simultáneo, la hipótesis de la danza de reclutamiento. Sistemas de control en sociedades de insectos: sistemas de retroalimentación social, control social de variables ambientales (temperatura, humedad, hora del día), mecanismos de regulación del tamaño poblacional. La recolección de alimento y su regulación social.

16.- Biología Social y Fisiología. Principios comparados de organización social. Polietismo. División reproductiva del trabajo: sus bases genéticas y fisiológicas, la

relación entre comportamiento e información genética, reversibilidad comportamental producida por cambios hormonales, el rol del entorno social en la asignación de tareas. Termorregulación a escala social o la homeotermia en un superorganismo. Control de la temperatura en nidos y enjambres. La hipertermia como estrategia defensiva en sociedades de insectos. Arquitectura funcional en nidos. El efecto de Bernoulli en nidos de hormigas. Principios de organización social por medio de unidades de trabajo con estructura fractal. Agrupaciones funcionales en insectos sociales.

Bibliografía

Chapman, RF; Simpson, SJ; Douglas AE (2013). *The Insects, Structure and Function*. Cambridge University Press

Dusenbery, D.B. (1992) *Sensory Ecology: How organisms acquire and make use of information*. W.H. Freeman and Company.

Halliday T (1998). *The senses and communication*. Springer

Heinrich B. (1993). *The hot-blooded insects*. Springer

Horn, E. (1982) *Vergleichende Sinnesphysiologie*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.

Klowden, M.J. (2013). *Physiological systems in insects*. Elsevier, Amsterdam

Seeley, T.D. (1995) *The wisdom of the hive*. Harvard, Boston.

Snodgrass, R. E. (1993). *Principles of insect morphology*. Cornell University Press

Wigglesworth, V.B. (1965) *The principles of Insect Physiology*. Methuen, London.

Digitally signed by MARTI Marcelo Adrian
Date: 2022.09.14 12:24:07 ART
Location: Ciudad Autónoma de Buenos Aires

Marcelo Martí
Secretario
Secretaría de Posgrado
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Digitally signed by DURAN Guillermo Alfredo
Date: 2022.09.15 09:46:26 ART
Location: Ciudad Autónoma de Buenos Aires

Guillermo Alfredo Duran
Decano
Decanato
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales