





CAPÍTULO 2

Hongos

- HONGOS MACROMICETOS



Hongos macromicetos

Caribell Yuridia López

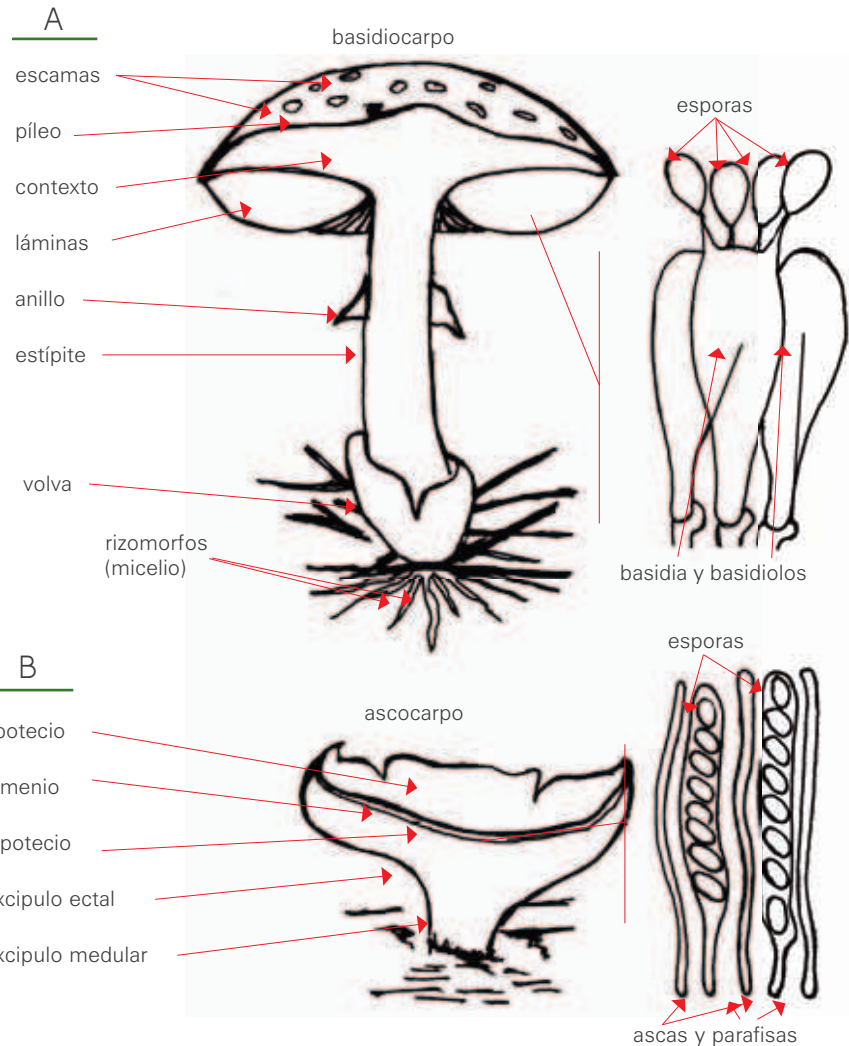
• Gonzalo Guevara Guerrero • Jenifer Idali Alonso Riverol

Los macromicetos son los hongos que pueden observarse a simple vista y son de formas muy variadas; la más conocida es la semejante a una sombrilla, pero también son de aspecto coraloide, costroso, gelatinoso, cerebriforme, faloide, en repisa, dentado, globoso, estrellado, clavado o como nidos de pájaros.

Pertenecen a tres clases: Basidiomycetes, la cual produce sus esporas externamente en células llamadas basidias; Ascomycetes, cuyas esporas provienen del interior de células denominadas ascas; a los hongos de esta clase se les conoce como dedos de muerto, pero también hay los tipo trufa, los globosos, carbonosos, los parecidos a un plato, a un disco o a una copa, y las moritas, entre otros (figura 1); y la clase Zygomycetes, de la cual sólo un macromiceto (*Glomus fulvum*) se ha registrado para Quintana Roo. Las tres clases pertenecen al reino Myceteae (hongos).

Los micólogos, que son quienes los estudian, usan el término hongo (*L. fungus*: seta, del griego *sphongos*: esponja) para designar a estos y otros organismos semejantes.

Los hongos son eucarióticos; es decir, poseen núcleos verdaderos típicos en sus células. Además, a diferencia de las plantas, no poseen clorofila y se reproducen por medio de esporas tanto en forma sexual como asexual; en la primera se necesitan



Dibujo: G. Guevara

Figura 1. Esquema de estructura de un hongo Basidiomycete (A) y Ascomycete (B)

Los hongos son indispensables para 80% de las plantas en el mundo

dos esporas compatibles (+ y -) para tener descendientes, mientras que en la segunda sólo una.

Sus cuerpos tienen una organización filamentosa –llamada micelio y normalmente ramificada–, constituida de células tubu-

lares (hifas) que contienen en sus paredes celulosa, como las plantas; quitina, como los caparazones de los insectos; o ambas sustancias junto con muchas otras moléculas orgánicas complejas (Alexopoulos y Mims, 1985).

Existen excepciones a la regla, pues algunos hongos no cumplen con todas las características que hemos mencionado, pero es más importante advertir que los macromicetos son prácticamente inconfundibles cuando son observados en su ambiente natural.

IMPORTANCIA

La mayoría de las plantas, 80% en el mundo, requieren hongos para sobrevivir. En las raíces de las plantas, en ecosistemas áridos, tropicales y templados, se da una asociación benéfica hongo-planta llamada *micorrízica mutualista*. En las selvas bajas de Quintana Roo la presencia de los macromicetos micorrízicos es muy reducida; por el contrario, es muy alta la de *macromicetos saprobios*, hongos que crecen sobre materia en descomposición, como madera y animales muertos (figuras 2 y 3).

Los macromicetos también forman parte de la dieta de muchos animales –insectos, caracoles, aves, roedores, ardillas, venados, jabalís, entre otros–, de lo que resulta una interacción benéfica hongo-animal-planta-medioambiente (Cazares y colaboradores, 1992, Cazares y Trappe, 1994, Lehmkuhl y colaboradores, 2004, García y Guevara, 2005, Maser y colaboradores, 2008). Muchas especies de macromicetos micorrízicos pueden ser cultivadas, por ejemplo, la trufa negra Périgord (*Tuber melanosporum*). Además existen especies con alto valor gastronómico que han propiciado el desarrollo de una industria multimillonaria en países como España, Francia, Italia, China y, recientemente, Estados Unidos.

Los macromicetos saprobios cultivados: *Volvarela volvacea*, *Pleurotus ostreatus*, *Lentinula edodes*, *Ganoderma lucidum* y *Auricularia auricula* son muy cotizados por sus excelentes características nutricionales y medicinales, su aroma y su sabor; aportan proteínas, carbohidratos, fibra, vitaminas, aminoácidos esenciales, minerales y pocos lípidos (Bano y Rajarathnam, 1982; Przybylowicz y Donoghue, 1988; Quimio y colaboradores, 1990). Los macromicetos medicinales, como *P. ostreatus*, reportados con propiedades antitumorales contra el sarcoma 180 (cáncer pulmonar) (Stamets, 1993), *L.*

Especies con alto valor gastronómico han desarrollado industrias multimillonarias en Estados Unidos, Japón y México



Foto: Humberto Bahena Basave (Ecosur)

Figura 2. Hongo sobre materia orgánica en descomposición

edodes y *G. lucidum* son estudiados por su potencial para fortalecer el sistema inmunológico en pacientes con sida, y se han reportado resultados preliminares positivos *in vitro* (Leatham, 1982; Mori y colaboradores, 1986; Chang y Hayes, 1987; Mori y Takehara, 1989; Hobbs, 1995; Jones, 1995). Sin embargo, algunas especies de hongos, principalmente microscópicos, también pueden causar enfermedades graves tanto a las plantas en la agricultura como a los animales y a los seres humanos.

El cultivo de hongos comestibles saprobios tropicales podría ser una alternativa de desarrollo económico sustentable para las comunidades rurales de Quintana Roo; este tipo de proyectos ha generado una industria multimillonaria en Estados Unidos, Japón y México (Leatham, 1982; García y Guevara, 2005).

Los macromicetos se pueden encontrar en casi todos los ambientes terrestres, pues su tipo de vida les permite colonizar cualquier sustrato en el que haya materia orgánica (figura 4). Una función esencial que desempeñan es la de descomponer la



Foto: Humberto Bahena Basave (Ecosur)

Figura 3. Hongo sobre madera

materia orgánica de troncos, ramas y hojas de árboles muertos; en este proceso integran al suelo nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas, tales como nitratos y dióxido de carbono (figura 5).

En las selvas de Quintana Roo, la dinámica de flujo de nutrientes es muy rápida y eficiente, por lo que los hongos son vitales para su mantenimiento. Esta capacidad de los hongos los hace algunas veces molestos o incluso dañinos para nosotros, pues pueden descomponer alimentos y materiales como la piel, el cuero, el papel y otros bienes, lo que desde el punto de vista económico implica pérdidas.

Son pocas las especies de hongos utilizadas por los mayas en la Península de Yucatán. Por ejemplo, el hongo que crece sobre el árbol del *chakah* (*Bursera simaruba*), llamado *kuxúm* o flor de palo, es un alimento apreciado por su sabor delicado, como también lo son algunas especies del género *Auricularia*, aunque su consistencia es más correosa.

No se tiene evidencia del uso ceremonial de los hongos entre los antiguos mayas

de la Península de Yucatán; sin embargo, en Guatemala y Honduras se han encontrado códices y figuras de piedra que muestran imágenes muy semejantes a hongos; quizá se trate de *Amanita muscaria*, especie conocida por sus propiedades alucinógenas y venenosas, y que los estudiosos del *Popol Vuh* relacionan con la deidad del rayo (Guzmán, 2003a).

Según Guzmán (2003a), las especies de hongos útiles hoy día en la Península de Yucatán, y probablemente en Quintana Roo, son: *Geastrum saccatum*, *Clathrus crispus*, *Pleurotus djamor* y *Ustilago maydis*, entre otros. El nombre maya de *Geastrum saccatum* es *looi lu um* (flor de tierra), y es usado para curar la diarrea en niños, producto del "mal de ojo"; *Clathrus crispus* o *chaaha quai* (figura 6), se emplea para curar algunas infecciones en los ojos, y *Pleurotus djamor* es un hongo pantropical comestible, conocido como *xikin ché* (oreja de la madera).

DIVERSIDAD MICOLÓGICA

Se ha calculado que existen alrededor de 200 000 especies de hongos en México; sin embargo, sólo se conocen aproximadamente 6 500, lo que equivale a 3.3%.

De los micromicetos, los hongos fitopatógenos han sido los más estudiados, pues se conocen 1 500 especies; de los macromicetos, existen más estudios de los líquenes y los Agaricales (hongos con lámina) con 1 800 y 1 300 especies descritas, respectivamente.

El conocimiento de los hongos en los bosques tropicales de Quintana Roo y de la Península de Yucatán comenzó con el trabajo de Millspaugh (1896 y 1898), y eran casi desconocidos hasta 1982 cuando se realizó un estudio intensivo donde se reportaron 277 especies y nuevas especies para la ciencia (Guzmán, 1998a, 1998b). Para Quintana Roo destacan los trabajos de Guevara y colaboradores (1986) así como el de Guzmán (2003b).

De acuerdo con 20 trabajos publicados, que fueron revisados para la elaboración del listado de especies de macromicetos de Quintana Roo, se conocen 405 especies



Dacryopinax spathularia

Foto: Humberto Bahena Basave (Ecosur)

Figura 4. Macromiceto en sustrato de materia orgánica

La medicina tradicional maya incluye el uso de algunos hongos



Lenzites sp

Foto: Humberto Bahena Basave (Ecosur)

Figura 5. Hongo cubierto por musgo

de hongos para el estado, sólo un cygomyceto (*Glomus fulvum*); 88 ascomicetos y 316 basidiomicetos. Los géneros con el mayor número de especies son *Xylaria* con 43 especies, *Phellinus* 18, *Hypoxylon* 17 y *Lepiota* 12 especies.

En la NOM-059-SEMARNAT-2001, no se encuentra ninguna de las especies de macromicetos de Quintana Roo. En relación con la existencia de especies endémicas para Quintana Roo, no se han realizado estudios que presenten esta información.

Algunas especies de hongos pueden causar enfermedades graves tanto a las plantas en la agricultura como a los animales y a los seres humanos

DISTRIBUCIÓN

Los macromicetos de Quintana Roo se distribuyen en casi toda la Península de Yucatán y en el sureste de México, en general, son de afinidad tropical. También, sería razonable suponer la existencia de especies representativas en los diversos tipos de vegetación, tales como las selvas, los manglares y la vegetación secundaria, y que existen especies típicas de la vegetación secundaria y especies del bosque maduro, como sucede con las especies de árboles, debido a la estrecha relación que tienen los hongos con las plantas.

La selva mediana subperennifolia, reúne las condiciones ideales para el desarrollo de hongos. La humedad del suelo y la gran cantidad de hojarasca que se acumula durante la época de lluvias favorecen la presencia de especies arbóreas características que pueden estar asociadas a gran

cantidad de hongos saprófitos y micorrizas, principalmente en la parte inferior de las ramas, sobre troncos caídos o muertos, o al nivel del suelo en la corteza de los árboles vivos (figura 7). Los hongos que se desarrollan en dicho hábitat son denominados lignícolas.

También pueden encontrarse en el suelo, debido a que la materia orgánica acumulada por el depósito continuo de hojarasca poco compactada brinda condiciones en las que el tejido micelial puede proliferar. Los hongos que crecen directamente sobre el suelo son llamados terrícolas y los que crecen sobre la hojarasca se llaman folícolas.

En los terrenos bajos inundables o humedales, con sus especies de pastos y hierbas típicas, pueden encontrarse hongos heliotrópicos, o tolerantes de la luz, que pueden también crecer sobre el suelo abonado o sobre el estiércol de animales herbívoros, estos hongos son llamados fimícolas.

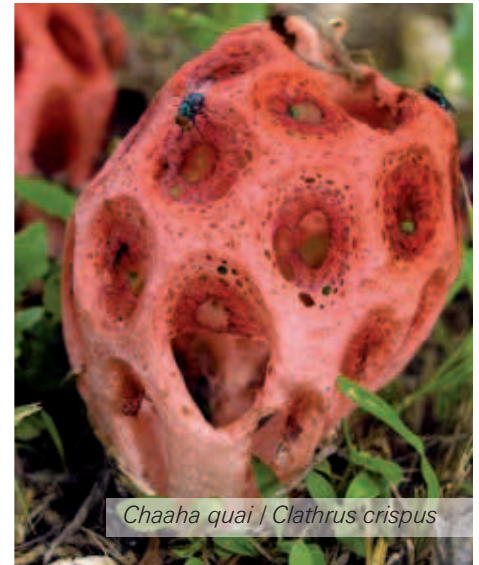


Foto: Humberto Bahena Basave (Ecosur)

Figura 6. Algunos hongos tienen múltiples usos en la herbolaria maya

Amenazas para su conservación

A pesar de su gran importancia, los hongos casi no han sido tomados en cuenta en los estudios de la biodiversidad, no obstante que sus especies se calculan en miles, y ocupan el segundo lugar después de los insectos.

Los hongos están muy bien representados en todos los medios, de manera señalada en los trópicos, y precisamente son estos ecosistemas los menos conocidos y los más afectados. La destrucción de los bosques tropicales alcanza cifras alarmantes. Alrededor de 100 000 km² se están perdiendo cada año y, como resultado, una cuarta parte de la diversidad mundial posiblemente se perderá en los próximos veinticinco años, lo que significa que más de 350 000 especies de hongos

se habrán extinguido durante dicho periodo (Guzmán, 1998a, 1998b).

Además del cambio climático por el efecto invernadero los hongos enfrentan las siguientes amenazas: el abuso de pesticidas, abonos y otros compuestos que pueden ser tóxicos y permanecer durante bastante tiempo en el suelo; la tala descontrolada e ilegal de los bosques, los incendios forestales, las prácticas agrícolas como la roza-tumba y quema, muy difundida en Quintana Roo; los asentamientos humanos irregulares y el cambio de uso de suelo con la pérdida de hábitat que conlleva. Entre las amenazas naturales, una muy importante en Quintana Roo es el azote de huracanes.



Foto: Humberto Bahena Basave (Ecosur)

Cookeina tricholoma

Estado de conservación

No se han realizado estudios que determinen el estado de conservación de las poblaciones fúngicas en Quintana Roo. Sin embargo, si se mantiene la actual tendencia destructiva sobre la vegetación, puede inferirse que los efectos sobre las especies de hongos serán muy grandes y negativos, con el grave peligro de la extinción de muchas de ellas, que ni siquiera han sido estudiadas o catalogadas.

Acciones de conservación

A nivel nacional, se cuenta con una lista de las especies de flora y fauna en peligro de extinción, amenazadas, escasas o raras, y sujetas a algún tipo de protección (NOM-059-SEMARNAT-2001). Fue publicada el 6 de marzo de 2002 en el *Diario Oficial de la Federación*, e incluye 42 especies, de cinco familias de hongos, de las cuales ninguna es endémica, 25 tienen la categoría de amenazada, diez la de en peligro de extinción y siete figuran como sujetas a protección especial.

En Quintana Roo, desde principios de los años ochenta, se han estado creando áreas naturales protegidas como una medida de conservación de la biodiversidad. Sin embargo,

todavía se requiere la creación de un área natural protegida en la región que se extiende al sur del Río Hondo, que ha sido reconocida entre los micólogos (Castillo-Tovar, García-Jiménez y San Martín-González, comunicación personal) como de gran diversidad, con un conjunto de ecosistemas en buen estado de conservación, que garantizarían la supervivencia de numerosas poblaciones de las especies más raras de hongos registradas para Quintana Roo. Asimismo, sería recomendable la creación de un corredor biológico binacional en esta zona ribereña fronteriza entre México y Belice.

Literatura consultada

- Alexopoulos, C. J. y Mims, C. W. 1985. Introducción a la micología. Ediciones Omega, España.
- Bano, Z. y Rajarathnam, S. 1982. Studies on the cultivation of *Pleurotus sajor-caju*. *Mushroom Science* 101:243-245.
- Cazares, E. y Trappe, J. M. 1994. Spore dispersal of ectomycorrhizal fungi on a glacier forefront by mammal mycophagy. *Mycologia* 86:507-510.
- ——— García, J., Castillo, J. 1992. Hypogeous fungi from northern Mexico. *Mycologia* 84:341-359.
- Chang, S. T. y Hayes, W. A. 1987. The biology and cultivation of edible mushrooms. Academic Press, New York. 819 pp.
- García, J. y Guevara, G. 2005. Macromicetos (hongos superiores) de Tamaulipas. *Biodiversidad Tamaulipeca* 1:67-79.
- Guevara, G., García, J. y Castillo, J. 1986. Flora micológica quintanarroense. Memoria del Segundo Congreso Nacional de Micología. Universidad Autónoma de Morelos. pp 96-98.
- Guzmán, G. 1998a. Inventorying the fungi of Mexico. *Biodiversity and Conservation* 7:369-384.
- ——— 1998b. Análisis cualitativo y cuantitativo de la diversidad de los hongos en México. En: Halffter, G. (Compilador). La diversidad biológica de Iberoamérica, vol. 2 (volumen especial). *Acta Zoológica Mexicana*, nueva serie, Instituto de Ecología, Cytod-D, Jalapa, Veracruz. pp. 111-175.
- ——— 2003a. Fungi in the maya culture: past, present and future. En: Gomez-Pompa, A., Allen, M. F., Fedick, S. L. y Jimenez-Osornio, J. J. (Editors). *The lowland maya area:*

- three millennia at the human wildland interface. Food Products Press, New York. pp. 315-325.
- ——— 2003b. Los hongos de El Edén: Quintana Roo. Introducción a la microbiota tropical de México. Instituto de Ecología, Conabio, Xalapa, Veracruz. 316 pp.
 - Hobbs, H. 1995. Medicinal mushrooms: an exploration of tradition, healing and culture. Botanica Press, Tennessee, U.S.A. 251 pp.
 - Jones, K. 1995. Shiitake. The healing mushroom. Healing Arts Press, U.S.A. 120 pp.
 - Leatham, G. F. 1982. Cultivation of shiitake, the japanese forest mushroom, on logs: a potential industry for the United States. Forest Products Journal 32(8):29-35.
 - Lehmkuhl, J. F., Gould, L. E., Cazares, E. y Hosford, D. R. 2004. Truffle abundance and mycophagy by northern flying squirrels in eastern Washington forest. Forest Ecology and Management 200:49-65.
 - Maser, C., Claridge, A. W. y Trappe, J. M. 2008. Trees, truffles, and beasts: how forests function. Rutgers University Press, Piscataway, New Jersey. 280 pp.
 - Millspaugh, C. F. 1896. Contribution II to the coastal and plain flora of Yucatan. Field Columbian Museum, Chicago, vol. I, núm. 3, pp. 281-339. (Botanical series).
 - ——— 1898. Contribution III to the coastal and plain flora of Yucatan. Field Columbian Museum, Chicago. pp. 345-397. (Botanical series).
 - Mori, K. y Takehara, M. 1989. Antitumor effect of virus-like particles from *Lentinus edodes* (Shiitake) on Ehrlich ascites. Tumor in Mice. The International Society for Mushroom Science 12(1):653-659.
 - ——— Toyomasu, T., Nanba, H. y Kuroda, H. 1986. Antitumor activities of edible mushrooms by oral administration. En: Wuest, P. J., Royse, D. J. y Beelman, R. B. (Editors). Cultivating edible fungi (Developments in Crop Science 10). Proceedings of the IMS. Pennsylvania State University. U.S.A.
 - Przybylowicz, P. y Donoghue, J. 1988. Shiitake Growers Handbook: The Art and Science of Mushroom Cultivation. Kendall Hunt Publishing Company, Iowa, U.S.A. 217 pp.
 - Quimio, T. H., Chang, S. T. y Royse, D. J. 1990. Technical guidelines for mushroom growing in the tropics. FAO. Plant Production and Protection Papers, Roma. pp. 106-157.

Acerca de los autores

CARIBELL YURIDIA LÓPEZ

Especialidad: Tecnología forestal, árboles tropicales, ecología de manglar, hongos.

Institución: Instituto Tecnológico de Chetumal

E-mail: caribellyuridia@gmail.com

GONZALO GUEVARA GUERRERO

Especialidad: Taxonomía de hongos, micorrizas, cultivo de hongos útiles, hongos hipogeos

Institución: Tecnológico de Ciudad Victoria, Tamaulipas

E-mail: guevaragg@gmail.com

Jenifer Idalí Alonso Riverol

Especialidad: Ecología y taxonomía de hongos

Institución: Instituto Tecnológico de Chetumal

E-mail: jenyidali@hotmail.com

Maestra en Ciencias, especializada en Recursos Naturales y Desarrollo Rural por ECOSUR, Unidad Chetumal. Profesora y jefa del Laboratorio de Recursos Naturales de la licenciatura y posgrado en Biología, en el Instituto Tecnológico de Chetumal. Miembro de la Red de Investigadores para el Manejo Sostenible de las Selvas Tropicales en el Estado de Quintana Roo. Proyectos actuales: Variación estacional anual de macromicetos en el Jardín Botánico San Felipe Bacalar, Quintana Roo; Efecto del huracán Dean en la vegetación arbórea de la reserva forestal ejidal El Huasteco, Quintana Roo; Efecto del huracán Dean sobre el bosque de manglar de la isla Tamalcab. Directora de tesis en cada uno de los proyectos.

Doctor en Ciencias con especialidad en Manejo de Recursos Naturales, por la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Profesor-investigador del Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria. Miembro de la Red de Investigadores en Recursos Naturales de las universidades de Oregon y Duke. Ha publicado artículos científicos en revistas nacionales e internacionales y capítulos de libros sobre biodiversidad mexicana. Ha dirigido proyectos de investigación básica y aplicada financiados por la DGEST. Es miembro del Consejo de Posgrado en Biología del ITCV y del Comité Editorial de la revista *Tecnointellecto*. Ganador a nivel mundial del tercer lugar en Proyectos de Prototipos, en la Taiwán International Science Fair, llevada a cabo en Taipei, en febrero del 2008.

Ayudante de entrenador en Via Delphi (Delphus). Hizo su servicio social en el Laboratorio de Química del Instituto Tecnológico de Chetumal (ITCH), donde elaboró la base de datos de los macromicetos reportados para Quintana Roo. Realizó su residencia profesional con el tema Variación estacional entre lluvias y nortes de macromicetos, en el Jardín Botánico San Felipe Bacalar, Quintana Roo. Es tesista en el Laboratorio de Recursos Naturales del ITCV con el tema Variación estacional anual de macromicetos en el Jardín Botánico San Felipe Bacalar, Quintana Roo.