

Estudio poblacional de la orquídea africana Eulophia maculata en la reserva biológica Monserrat, Honduras

Population Study of the African Orchid Eulophia maculata in the Monserrat Biological Reserve, Honduras

Raúl Francisco Brevé Lagos¹
Lilian Ferrufino-Acosta^{1,2,3}

¹ Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH), Facultad de Ciencias, Escuela de Biología, Carrera de Biología, Tegucigalpa Francisco Morazán.

² Herbario Cyril Hardy Nelson Sutherland (TEFH), Escuela de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH), Tegucigalpa, Francisco Morazán, Honduras.

³ Miembro de OWSD Honduras

Lilian Ferrufino: <https://orcid.org/0000-0002-2065-9174> | lilian.ferrufino@unah.edu.hn

Raúl Breve: <https://orcid.org/0009-0008-6306-5967> | raul.breve@unah.hn

Resumen

Las especies exóticas invasoras se definen como aquellas introducidas por las actividades antrópicas. *Eulophia maculata* es nativa de África tropical e introducida y naturalizada en el neotrópico. El objetivo principal de esta investigación fue evaluar las poblaciones y abundancia de orquídeas de la especie *E. maculata* en la Reserva Biológica Monserrat en Honduras. Se identificaron 12 poblaciones en tres zonas diferentes: zona no protegida, amortiguamiento y núcleo. Las poblaciones presentan un patrón de dispersión agregado y la zona no protegida mostró el mayor número de individuos. También se determinó que existen diferencias en el número de individuos entre la zona no protegida y la zona de amortiguamiento, así como entre la zona no protegida y la zona núcleo. Se encontró una correlación negativa ($R = -0.854$) entre la altitud y la abundancia lo que sugiere que el número de individuos disminuye a medida que aumenta la altitud. Las zonas no protegidas y de amortiguamiento favorecen la expansión de *E. maculata* debido a la fragmentación del hábitat y los cambios en el uso del suelo. La actividad humana, como la agricultura y la urbanización, junto con la dispersión involuntaria de semillas, contribuye a su propagación. Por ello, es crucial una gestión sostenible de estas áreas para reducir el impacto de especies invasoras y equilibrar conservación y desarrollo.

Palabras Claves: Abundancia, área protegida, distribución agregada. especies exóticas, actividad antrópica, especies invasoras, orquídea africana.

Abstract

Invasive exotic species are defined as those introduced by anthropogenic activities. *Eulophia maculata* is native to tropical Africa and has been introduced and naturalized in the Neotropics. The primary objective of this research is to evaluate the populations and abundance of the orchid species *Eulophia maculata* in the Monserrat Biological Reserve (MBR) in Honduras. Twelve populations were identified in three different zones: non-protected, buffer, and core zones. The populations exhibit an aggregated dispersion pattern, with the highest number of individuals recorded in the unprotected area. Significant differences in individual abundance were observed between the unprotected area and the buffer zone, as well as between the unprotected area and the core zone. A negative correlation ($R = -0.854$) was found between altitude and abundance, indicating that the number of individuals decreases as altitude increases. The unprotected

and buffer zones promote the expansion of *E. maculata* due to habitat fragmentation and land-use changes. Human activities, such as agriculture and urbanization, along with the unintentional dispersal of seeds, further contribute to its spread. Therefore, sustainable management of these areas is essential to mitigate the impact of invasive species while balancing conservation and development goals.

Keywords: Abundance, African orchid, anthropogenic activity, exotic species, invasive species, protected area, spatial distribution.

Estudio poblacional de la orquídea africana *Eulophia maculata* en la reserva biológica Monserrat, Honduras

Population Study of the African Orchid *Eulophia maculata* in the Monserrat Biological Reserve, Honduras

Introducción

Las especies exóticas invasoras se describen como aquellas especies que han sido introducidas por la actividad humana como la ganadería, agricultura y urbanización, entre otros. Dichas especies son consideradas oportunistas, al aprovechar los recursos que el entorno les brinda, permitiendo la fácil adaptación y establecimiento en hábitat o ecosistemas nuevos (Chacón-Madrigal et al., 2022). Por lo que, las consecuencias de la presencia de estas especies, aumenta las posibilidades de: a) extinción, b) retracción, y c) reestructuración de poblaciones nativas en una región. Además, de los daños biológicos y ecológicos, se pueden ver reflejados de manera negativa en el desarrollo económico (Cohen y Ackerman, 2008; Lizarralde, 2016).

Eulophia maculata (Lindl.) Rchb.f. nativa de África tropical, introducida y naturalizada en el neotrópico (Duno et al., 2010). Presenta hábito terrestre, con pseudobulbos cortos y comprimidos de color verde oscuro, sus hojas son erguidas; brillantes y presentan manchas irregulares de color verde pardo distribuidas de forma dispersa (Berghe y Gurdian, 2008; Boege et al., 2015), que le dan el nombre común «orquídea monje» u «orquídea manchada africana» (Wetterer y Wetterer, 2022; Castañeda, 2022; World Flora Online, 2024). Esta orquídea presenta un comportamiento invasivo muy agresivo y posee una notable adaptabilidad, tolerando una variedad de ambientes y condiciones. *E. maculata* emplea dos estrategias de propagación efectiva: a) una alta producción de semillas que favorece su reproducción, y b) su capacidad de autopolinización (Peter y Johnson, 2009; CONABIO, 2017).

En la región de América Central e islas del Caribe, es probable que la colonización a larga distancia de *E. maculata* haya ocurrido por la dispersión facilitada por humanos (Riverón-Giró et al., 2019). Esta especie se ha registrado en un listado de 1,228 especies invasoras en siete países de la región (Rojas-Sandoval et al., 2022). En el contexto local, *E. maculata* ha sido registrada en diversas áreas protegidas de Honduras, como Parque Nacional Cerro Azul Meámbar (Wiese, 2015), reserva biológica Uyuca, (Huamaní, 2016), parque arqueológico de Copán, que invade áreas de amortiguamiento (Ferrufino

et al., 2017), y sierra de Agalta (Ferrufino-Acosta et al., 2019). El objetivo principal de esta investigación fue evaluar las poblaciones de *E. maculata* según la categoría de conservación del suelo y bosque en la reserva biológica Montserrat, Honduras.

Materiales y método

Área de estudio

La reserva biológica Monserrat (RBM) se encuentra a 40 km aproximadamente de Tegucigalpa, en el departamento de El Paraíso, entre los municipios de Yuscarán, Güinope, Morocelí y Oropolí. El área total de la reserva es de 22.4 km², con 1.5 km² de zona núcleo y 20.9 km² para la zona de amortiguamiento (Figura 1) (Villatoro, 1995; MOCAPH, 2012).

La zona cuenta con pequeños valles intermontanos de topografía irregular y pendientes suaves, con elevaciones entre 800-1,991 m s.n.m. La precipitación anual promedio es de 1,562 mm, distribuida en dos estaciones de seis meses, donde la temperatura promedio anual oscilando entre $21.40 \pm 0.40^{\circ}\text{C}$, y la humedad relativa promedio es del 73.5%, con un rango de 58.3% a 89.2%. Según Simmon et al. (1959) el área presenta dos series de suelos: Mulule y Yoro.

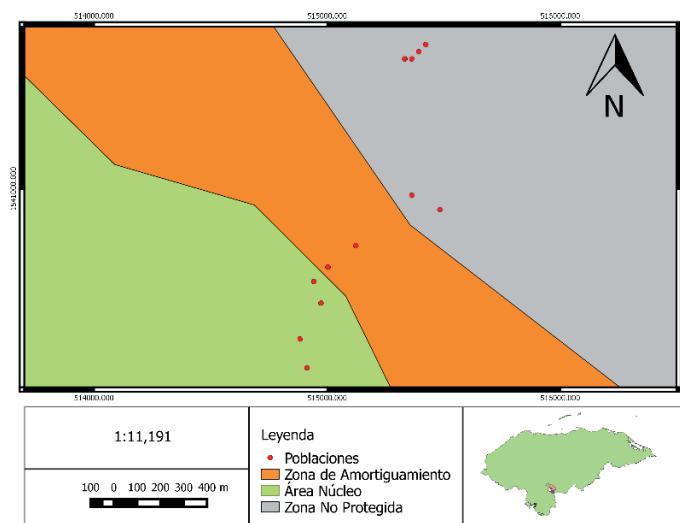


Figura 1. Ubicación geográfica de las poblaciones de la orquídea *Eulophia maculata* en la reserva biológica Monserrat en Honduras.

Se identifican cuatro ecosistemas vegetales: bosque tropical siempreverde estacional latifoliado montano superior, bosque siempreverde estacional mixto montano inferior, bosque siempreverde estacional aciculifoliado montano inferior y arbustal deciduo latifoliado de tierras bajas. Las familias vegetales dominantes son Fabaceae, Fagaceae y Rubiaceae. Entre las especies presentes en el área: *Pinus oocarpa*, *Pinus maximinoi*, *Arbutus xalapensis*, *Clethra macrophylla*, *Ficus aurea*, *Helicocarpus apendiculatus*, *Oreopanax lachnocephalus*, *Oreopanax xalapensis*, *Quercus cortesii*, *Liquidámbar styracyflua*, *Carpinus caroliniana*, *Quercus bumelioides* (Mejía, 2013).

Se realizaron giras de campo a la RBM en los meses de febrero y marzo del 2024. Para determinar la abundancia de esta especie en la RBM, primero se llevó a cabo un registro de las poblaciones en 12 parcelas con un área de 5 m², considerando el perfil altitudinal de 900-1400 m s.n.m. Las parcelas se realizaron en tres zonas: núcleo, amortiguamiento y no protegida. Posteriormente, los datos de abundancia y densidad de las poblaciones de *E. maculata* se georreferenciaron utilizando la aplicación GPS Status & Toolbox v 10.0 (MobiWIA, 2024), estos datos fueron interpolados en QGIS v2.8.9. (Cuadro 1).



Figura 2. **A.** Ejemplar de *E. maculata* a los 1369.6 m s.n.m., **B.** Pseudobulbos de *E. maculata* por la presencia de, **C.** Delimitación del área de las parcelas utilizando cinta métrica, **D.** Perímetros de parcelas a muestrear usando lazos de color amarillo y rojo, **E.** Individuos formando en una población. **F** Fruto de *E. maculata*.

Cuadro 1. Descripción de las 12 parcelas donde se estudió la presencia de *E. maculata* en la Reserva Biológica Monserrat, departamento El Paraíso.

Parcela	Número de Individuos	Coordenadas Latitud	Coordenadas Longitud	Altitud (m s.n.m)	Zona	Observaciones
1	20	13°56'41''N	86°51'26''O	963.6	No protegida	Cercano a urbanización
2	48	13°56'41''N	86°51'27''O	976.6	No protegida	Cercano a establecimientos humanos
3	8	13°56'50''N	86°51'26''O	1002.6	No protegida	Cercano a establecimientos humanos
4	55	13°56'50''N	86°51'26''O	1003.6	No protegida	Cercano a establecimientos humanos la mayoría en fenología reproductiva
5	18	13°56'50''N	86°51'26''O	1117.6	No protegida	Cercano a lugares de cultivo
6	23	13°56'50''N	86°51'26''O	1154.6	No protegida	Cercano a lugares de cultivo
7	7	13°56'50''N	86°51'26''O	1203.6	Amortiguamiento	Cercano a lugares de cultivo
8	16	13°56'50''N	86°51'26''O	1282.6	Amortiguamiento	Cercano a lugares de cultivo
9	5	13°56'50''N	86°51'26''O	1292.6	Núcleo	Bosque denso
10	3	13°56'50''N	86°51'26''O	1307.6	Núcleo	Bosque denso
11	5	13°56'50''N	86°51'26''O	1312.6	Núcleo	Bosque denso
12	1	13°56'50''N	86°51'26''O	1369.6	Núcleo	Bosque denso, se observó el ejemplar muy deshidratado

Análisis estadísticos

Se realizó el Índice de Morisita para evaluar el grado de agregamiento de los individuos de la población de *E. maculata*, con el objetivo de cuantificar el grado de dispersión espacial de una especie (Ledo et al., 2012; Moreno, 2000). La fórmula es la siguiente:

$$Ig = q \sum_{i=1}^q ni \frac{(ni - 1)}{N(N - 1)}$$

(Zarco et al., 2010).

donde:

- Ig = es el índice de Morisita,
- ni = es el número de unidades de muestreo
- xi = es el número de individuos en la i -ésima unidad de muestreo,
- N = es el número total de individuos en todas las unidades de muestreo.

El índice de Morisita se interpreta de la siguiente manera:

$Ig = 1$: Indica una distribución aleatoria.

$Ig < 1$: Sugiere una distribución uniforme o regular.

$Ig > 1$: Señala una distribución agregada o agrupada.

Para determinar si hay diferencias entre las poblaciones a estudiar de *E. maculata*, entre zonas conservación del suelo y bosque se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis (95% de confianza), posteriormente se procedió a establecer las zonas en las cuales existen una diferencia significativa a partir del análisis post hoc de Dunn *Test* bajo el método Benjamini-Hochberg (*BH*). Además, se utilizó correlaciones de Spearman para ver el tipo relación entre la altura y las zonas de conservación, basándonos en la abundancia de *E. maculata*. Todos los análisis estadísticos se corrieron en Rstudio v.4.2.2.

Resultados

Se registró 209 individuos en las tres zonas de estudio en la RBM. La zona no protegida presenta 172 individuos (82.3%), zona de amortiguamiento con 23 individuos (11%) y

zona núcleo con 14 individuos (6.7%). Con relación a los pisos altitudinales, las mayores abundancias poblacionales se registraron en los rangos de 900 a 1099 m s.n.m. Por el contrario, en los niveles altitudinales entre 1300 y 1399 m s.n.m., se observa una notable disminución en el número de individuos en las parcelas muestreadas (Figura 3). Esto indica que, a medida que aumenta la altitud, disminuye la densidad de individuos por área (m^2). El tipo de dispersión espacial de la especie de orquídea invasora *E. maculata* es agregada, ya que el valor obtenido es mayor a 0 (Cuadro 2).

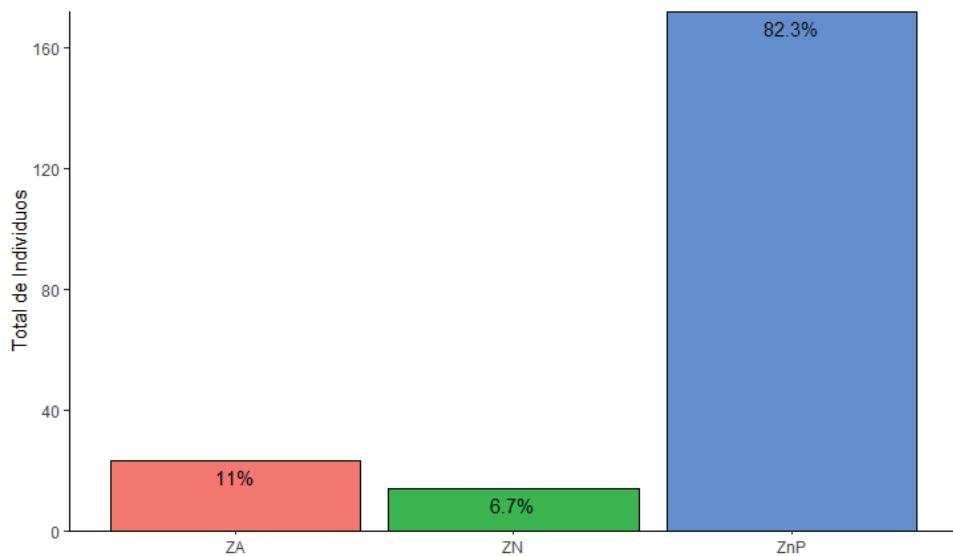


Figura 3. Número de individuos de *Eulophia maculata* en las tres zonas en la reserva biológica Monserrat en Honduras. ZA: Zona de amortiguamiento, ZN: zona núcleo, ZnP: zona no protegida.

Se observa una correlación negativa ($R=-0.854$) entre la altitud y la abundancia. El valor de $p = 0.000411$ sugiere que la relación es estadísticamente significativa ($p < 0.05$). La tendencia negativa indica que, a mayor altitud, menor abundancia. Los puntos de diferentes colores representan rangos de altitud, mostrando una disminución clara en los valores de abundancia a medida que se incrementa la altitud (Figura 4A). La correlación entre la zona y la abundancia es positiva y moderada ($R= 0.673$). El valor de $p = 0.0165$ indica que la relación es estadísticamente significativa ($p < 0.05$) (Figura 4B). La tendencia positiva sugiere que la abundancia es mayor en la zona no protegida mientras que disminuye en la zona núcleo del área.

Cuadro 2. Índice de Morisita para determinar el tipo de dispersión de la especie *Eulophia maculata*. ni= es el número de unidades de muestreo, xi= es el número de individuos en la i-ésima unidad de muestreo, N= es el número total de individuos en todas las unidades de muestreo.

Parcelas	ni	ni-1	N(N-1)	ni-1/N(N-1)	ni*ni-1/N(N-1)
1	20	19	47742	0.0003980	0.007959448703
2	48	47		0.0009845	0.0472539902
3	18	17		0.0003561	0.006409450798
4	55	54		0.0011311	0.06220937539
5	18	17		0.0003561	0.006409450798
6	23	22		0.0004608	0.01059863433
7	7	6		0.0001257	0.0008797285409
8	16	15		0.0003142	0.005027020234
9	5	4		0.0000838	0.0004189183528
10	3	2		0.0000419	0.0001256755058
11	5	4		0.0000838	0.0004189183528
12	1	0		0.0000000	0
Total de individuos	219	218			
Total					0.1477106112

Según la prueba de Kruskal-Wallis se reporta un valor de $p=0.003721$. Entre la zona de amortiguamiento vs. zona núcleo ($p=0.8687$) no hay una diferencia significativa. Mientras que entre la zona amortiguamiento vs. zona no protegida ($p=0.00742$), así como la zona núcleo vs. zona no protegida: ($p=0.00742$), si hay diferencias significativas. Por lo tanto, el mayor de individuos se registra en la zona no protegida (Figura 5).

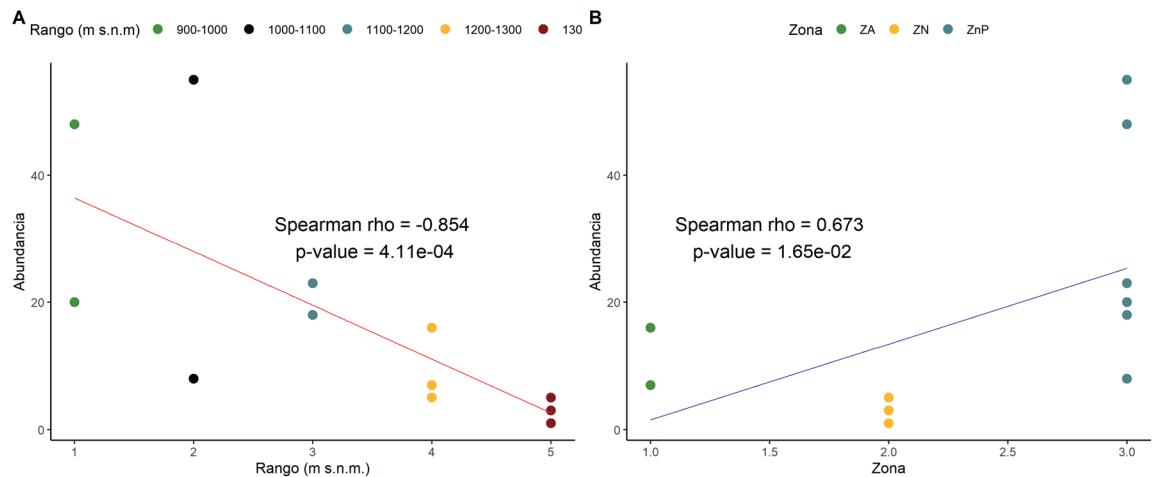


Figura 4. Correlación de Spearman. A. Número de individuos de *Eulophia maculata* en los diferentes niveles altitudinales, B. Número de individuos de *Eulophia maculata* en las tres zonas en la Reserva Biológica Monserrat en Honduras. ZA: Zona de amortiguamiento, ZN: zona núcleo, ZnP: zona no protegida.

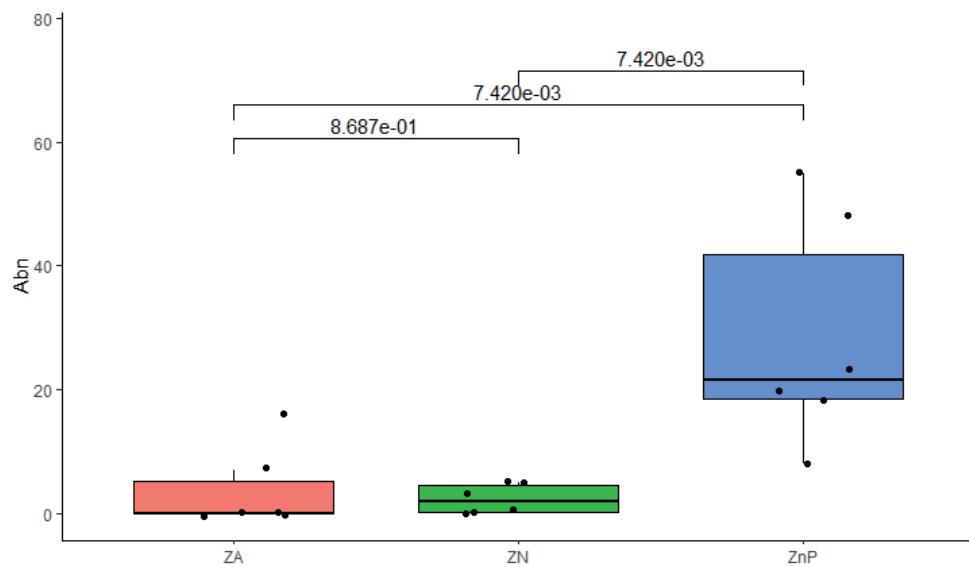


Figura 5. Prueba de Kruskal-Wallis comparando el número de individuos en las tres zonas de la reserva biológica Montserrat. ZA: Zona de amortiguamiento, ZN: zona núcleo, ZnP: zona no protegida.

Discusión

En el presente estudio, uno de los resultados más evidentes es *E. maculata*, tiende a desarrollarse y propagarse la zona no protegida y de amortiguamiento, ambas ubicadas a bajas niveles altitudinales y afectadas por actividades antrópicas. Según Bogarín y Pupulin (2007) en un estudio realizado en el Parque Nacional Barra Honda de Costa Rica, los resultados obtenidos demuestran que esta especie se encuentra en áreas de bosque que se han visto mayormente afectadas por actividades antrópicas. Esta especie se adapta muy bien a los ecosistemas secos, este comportamiento puede estar enlazado en el sitio de origen de *E. maculata* en África (Bogarín y Pupulin, 2007; Duno et al., 2010). Sin embargo, esta especie puede crecer y proliferar en ambientes muy secos como en entornos muy húmedos y con altas precipitaciones (Burelo et al., 2019). Otro factor que podría influir en su abundancia es el tipo de sustrato. En zonas con mayor presencia de pinos, donde el suelo es más ácido debido a las acículas, se observa una baja abundancia de la especie, mientras que, en bosques de hoja ancha, esta planta parece desarrollarse mejor (Noguera y Cetzel, 2014; Palma y Delgadillo, 2014).

Eulophia maculata muestra un patrón de dispersión agregado en este estudio, lo cual puede favorecer su capacidad de expandirse y formar poblaciones densas, aumentando su área de ocupación. Esta distribución se debe principalmente a su capacidad de autopolinización, lo que contribuye de manera significativa al éxito en su producción y propagación (Peter y Johnson, 2009; CONABIO, 2017). Además, posee la capacidad de producir grandes cantidades de semillas y propagarse vegetativamente. Esta última permite a las plantas propagarse a partir de un solo individuo (Adamowski 1999; Wetterer y Wetterer, 2022). Esta distribución agrupada se ha reportado en otras especies de orquídeas (Bravo-Monasterio et al., 2011), así como en otros estudios de *E. maculata* (Bogarín y Pupulin, 2007; Cabrera y Wallace, 2007).

En este estudio se observaron diferencias en la abundancia de esta especie entre la zona no protegida y las áreas de amortiguamiento. Estas variaciones indican que *E. maculata* se adapta preferentemente a condiciones específicas, como temperaturas cálidas y espacios abiertos. Como resultado, las zonas mejor conservadas presentan una abundancia muy baja de esta especie (Paré, 2015). Además, se ha identificado una tendencia de esta orquídea a propagarse en lugares con mayor actividad antrópica, un patrón común en muchas plantas exóticas invasoras. Aunque las áreas protegidas se consideran sitios con bajo impacto de actividades antrópicas, algunos de estos sitios naturales han reportado la presencia de plantas invasoras (Foxcroft et al., 2013; Lozano et al., 2023; Bhatta et al., 2024). Las zonas circundantes a las áreas naturales y de

amortiguamiento presentan asentamientos humanos, cultivos y áreas de ganadería, que favorecen la formación de claros y permiten a *E. maculata* colonizar con mayor facilidad como es el caso de la reserva biológica Monserrat.

Conclusiones

La especie exótica invasora *E. maculata* representa un peligro para la flora local de la Reserva Biológica Monserrat, ya que esta se encuentra tanto en la zona núcleo y zona de amortiguamiento de la reserva como en zonas no protegidas. El nivel altitudinal no es un factor que limite la presencia de esta especie, pero sí limita la abundancia de individuos dentro de una población. El patrón de dispersión puede favorecer a que esta especie invasora ocupa mayor área dentro de la reserva al encontrarse de manera agrupada creando colonias densas, así mismo otro factor que influye en el éxito de la producción y propagación de esta planta es la capacidad de autopolinización. Las diferencias entre las tres zonas muestreadas son representativas debido a que esta especie se adapta mejor a ciertas condiciones, en este caso temperaturas cálidas y lugares abiertos. Por ello es evidente que las zonas más conservadas presentan muy baja abundancia de esta especie.

Agradecimientos

Expresamos mi más sincera gratitud a los biólogos Olvin Oyuela, Alexis Rivera, Maynor Rodríguez y Joel Ortega por sus valiosas contribuciones, que hicieron posible la realización de esta investigación, así como por el conocimiento compartido a lo largo de todo el proceso. A mis amigos Cristian Pavón, Yafeth Cerrato y Alejandro Rodríguez, quienes participaron en la recolección de datos en la reserva biológica Montserrat. Del mismo modo, a Yefrin Cruz Valladares y Saby Cruz quienes brindaron su apoyo en el análisis estadístico y la revisión del manuscrito, compartiendo su experiencia y conocimiento, fueron fundamentales para el desarrollo y mejora de este trabajo.

Referencias

ADAMOWSKI, W. (1999). Orchids as invasive plants. International Conference on the Ecology of Invasive Alien Plants, 5, 1.

- BERGHE, E., & GURDIAN, I. (2008). Las orquídeas de Nicaragua. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. *MARENA*. 1-122.
- BHATTA, S., HEJDA, M. & PYŠEK, P. (2024). Impact of invasive plants on vegetation in protected areas of Nepal. *Biol Invasions* 26, 3745–3759. <https://doi.org/10.1007/s10530-024-03408-0>
- BOEGE, K., DOMÍNGUEZ, C., & FORNONI, J. (2015). Distribución, abundancia y efectos nocivos de tres especies de plantas invasoras, Ciudad de México, México: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Ecología. Informe final *Oeceoclades maculata*. SNIB CONABIO, 1-10.
- BOGARÍN, D., & PUPULIN, F. (2007). Las orquídeas del Parque Nacional Barra Honda, Guanacaste, Costa Rica. *Lankesteriana*, 1-2, 448-449. <https://doi.org/10.15517/lank.v7i1-2.19658>
- BRAVO-MONASTERIO, P., SAN MARTÍN, J., & BAEZA-H., G. (2012). Distribución, abundancia y fenología de orquídeas en un bosque caducifolio endémico de Chile central. *Polibotánica*, (33), 117-129.
- BURELO, C., MATA, E., BAÑOS, S., & ALMEIDA C. (2019). Una orquídea de origen africano *Oeceoclades maculata*. *La biodiversidad en Tabasco*. (3): 114-117.
- CABRERA, W.H. & R. WALLACE. (2007). Densidad y distribución espacial de palmeras arborescentes en un bosque preandino - amazónico de Bolivia. *Ecología en Bolivia* 42(2): 121-135.
- CASTAÑEDA, H. (2022). Ficha *Oeceoclades maculata*. *Universidad Francisco Marroquín*. Guatemala.
- CHACÓN-MADRIGAL, E., AVALOS, G., HOFHANSL, F., CORONADO, I., FERRUFINO-ACOSTA, L., MACVEAN, A. y RODRÍGUEZ, D. (2022). Biological Invasions by Plants in Continental Central America. In: Clements, D.R., Upadhyaya, M.K., Joshi, S., Shrestha, A. (eds) *Global Plant Invasions*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-89684-3_10. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-89684-3_10#citeas
- COHEN, I. & ACKERMAN, J. (2008). *Oeceoclades maculata*, an alien tropical orchid in a Caribbean rainforest, *Annals of Botany*, 104 (3): 557–563, DOI: <https://doi.org/10.1093/aob/mcn191>.
- CONABIO. (2017). Método de evaluación rápida de invasividad (MERI) para especies exóticas en México. *EncicloVida*, 1.
- DAGNINO, J. (2014). Análisis de Varianza. *Rev. Chil. Anest.* 43: 306-310.
- DUNO, R., CAN, L., & ANCONA, R. (2010). *Oeceoclades maculata* (Lindl.). *Flora de la Península de Yucatán*, 1.
- FERRUFINO-ACOSTA, L., CRUZ, S.Y., MEJÍA-ORDÓÑEZ, T., RODRÍGUEZ, F., ESCOTO, D., SAR-

- MIENTO, E. & LARKIN, J. L. (2019). Composición, estructura y diversidad florística del bosque seco en el Valle de Agalta, Honduras. *Madera y Bosques*, 25(2), e2521635. Epub 28 de enero de 2020. <https://doi.org/10.21829/myb.2019.2521635>
- FERRUFINO, L., SANDOVAL, G. & OYUELA, O. (2017). Flora del Parque Arqueológico de Copán, Honduras. *Revista Ciencia y Tecnología*, 21: 71-75. <https://doi.org/10.5377/rct.v0i20.5923>
- FOXCROFT, L.C., PYŠEK, P., RICHARDSON, D.M., PERGL, J. & HULME, P.E. (2013). The Bottom Line: Impacts of Alien Plant Invasions in Protected Areas. In: Foxcroft, L., Pyšek, P., Richardson, D., Genovesi, P. (eds) Plant Invasions in Protected Areas. Invading Nature - Springer Series in Invasion Ecology, vol 7. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-007-7750-7_2
- HUAMANÍ, D. (2016). Distribución altitudinal de orquídeas terrestres como indicador del cambio climático en el Cerro Uyuca. Tesis de Ingeniería, *Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras*, 13-51.
- LEDO, A., CONDÉS, S. & MONTES, F. (2012). Revisión de índices de distribución espacial usados en inventarios forestales y su aplicación en bosques tropicales. *Revista Peruana de Biología*, 19(1), 113-124.
- LIZARRALDE, M. (2016). Especies exóticas invasoras (EEI) en Argentina. *Lankesteriana*. 23(2), 267-277.
- LOZANO, V., FEBBRARO, M., BRUNDU, G., CARRANZA, M., L., ALESSANDRINI, A., GIUSEPPE, N., M., A., BARNI, E., BEDINI, G., CELESTI-GRAPOW, L., CIANFAGLIONE, K., COGONI, A., DOMINA, G., FASCETTI, S., FERRETTI, G., BRUNO FOGGI, B., IBERITE, M., LASTRUCCI, L., LAZZARO, L., MAINETTI, A., MARINANGELI, F., MONTAGNANI, C., MUSARELLA, C., M., ORSENIGO, S., PECCENINI, S., PERUZZI, L., POGGIO, L., PROIETTI, C., PROSSER, F., RANFA, A., ROSATI, L., SANTANGELO, A., SELVAGGI, A., SPAMPINATO, G., STINCA, A., VACCA, G., VILLANI, M., & SINISCALCO, C. (2023). Plant invasion risk inside and outside protected areas: Propagule pressure, abiotic and biotic factors definitively matter. *Science of The Total Environment*, 877:162993. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.162993>
- MEJÍA, T.O. (2013). Composición y estructura florística en fragmentos de bosques en los municipios de Yuscarán, Oropolí y Güinope, Departamento de El Paraíso, Honduras, C.A. *Revista Ciencias Espaciales*, 6(1), 6-22.
- MOBIWIA - ECLIPSIM. (2024). GPS Status & Toolbox (v10.0) [Aplicación móvil]. Google Play Store. Disponible en: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.eclipsim.gpsstatus2>
- MOCAPH. (2012). Fundación Yuscarán, Reserva Biológica Monserrat. Disponible en: <https://mocaph.wordpress.com/miembros/capitulo-centro-sur/fundacion-yuscaran/>

- MORENO, C. (2000). Métodos para medir la biodiversidad. Manuales de Tesis SEA. 1-51.
- NOGUERA, E. y CETZAL, W. (2014). Revisión e integración del conocimiento de las Orchidaceae de Tabasco, México. *Revista Botanical Sciences*. 92(4), 519-540. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2015.05.013>
- PALMA, S. & DELGADILLO, J. (2014). Distribución potencial de ocho especies exóticas de carácter invasor en el estado de Baja California, México. *Revista Botanical Sciences*. 92(4), 587-597. DOI: <https://doi.org/10.17129/botsci.135>
- PARÉ, K. (2015). Distribución, abundancia y efectos nocivos de tres especies de plantas invasoras. *CONABIO*. 1-2.
- PETER, C. & JOHNSON, S. (2009). Autonomous self-pollination and pseudo-fruit set in South African species of *Eulophia* (Orchidaceae). *South African Journal of Botany*, 75 (4): 791-797. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2009.07.007>
- QGIS DEVELOPMENT TEAM. (2016). QGIS Geographic Information System (Version 2.8.9) [Software]. Open Source Geospatial Foundation. Disponible en: <https://qgis.org>
- RIVERÓN-GIRÓ, F.B., RAVENTÓS, J., DAMON, A., GARCÍA-GONZÁLEZ, A., & MÚJICA, E. (2019). Spatio-temporal dynamics of the invasive orchid *Oeceoclades maculata* (Orchidaceae), in four different habitats in southeast Chiapas, Mexico. *Biol Invasions* 21, 1905–1919. <https://doi.org/10.1007/s10530-019-01945-7>
- ROJAS-SANDOVAL, J., FERRUFINO-ACOSTA, L., FLORES, R., GALÁN, P., LÓPEZ, O., MACVEAN, A., RODRÍGUEZ DELCID, D., RUIZ, Y. & CHACÓN-MADRIGAL, E. (2023). Flora introduced and naturalized in Central America. *Biol Invasions* 25, 1007–1021. <https://doi.org/10.1007/s10530-022-02968-3>
- RSTUDIO TEAM (2020). RStudio: Integrated Development for R. RStudio, PBC, Boston, MA. Disponible en: <http://www.rstudio.com/>.
- SIMMONS, Ch., TARANO, J.M. & PINTO J.H. (1959). Clasificación de Reconocimiento de los Suelos de la República de Guatemala. Instituto Agropecuario Nacional. Servicio Cooperativo Inter-American de Agricultura, Ministerio de Agricultura. Guatemala. 1000 p.
- VILLATORO, N. (1995). Caracterización biofísica y redefinición de límites de la Reserva Biológica Yuscarán El Paraíso, Honduras. *Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano*. 1-43.
- VICÉNS, J., HERRARTE, A. & MEDINA, E. (2005). Análisis de la Varianza (ANOVA).
- WIESE, K. (2015). Riqueza de la familia Orchidaceae en la zona de visitantes del Parque Nacional Cerro Azul Meábar en Honduras. *Lankesteriana*, 15(3), 203-207. <https://doi.org/10.15517/lank.v15i3.21667>
- WETTERER, S. & WETTERER, J. (2022). Spread of the African spotted orchid *Oeceoclades*

- maculata* in the New World. *Lankesteriana*, 22(3), 215-224. <https://doi.org/10.15517/lank.v22i3.53113>
- WORLD FLORA ONLINE, WFO. (2024). *Eulophia maculata*. Disponible en: <https://www.worldfloraonline.org/>
- ZARCO, V., VALDEZ, J., Ángeles, G. & Castillo, O. (2010). Estructura y diversidad de la vegetación arbórea del parque estatal Agua Blanca, Macuspana, Tabasco. *Universidad y Ciencia*. 26(1): 1-17.