Desde el Herbario CICY 9: 37–47 (23/Febrero/2017)
Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.
http://www.cicy.mx/sitios/desde_herbario/
ISSN: 2395-8790

La fenología de frutos de la duna costera de la Península de Yucatán

ALFREDO DORANTES EUAN Y RICHARD EVAN FELDMAN

Unidad de Recursos Naturales. Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.
Calle 43 No. 130 x 32 y 34, Col. Chuburná de Hidalgo, 97205,
Mérida, Yucatán, México
richard.feldman@cicy.mx

Durante la migración, las aves dependen de los frutos como recurso alimenticio, mientras que las plantas dependen de las aves para dispersar sus semillas. Pero en muchos ambientes, no sabemos si la producción de frutos coincide con la llegada de las aves, especialmente en los trópicos donde las plantas pueden producir frutos en diferentes épocas del año. La costa de la Península de Yucatán es una zona de parada obligada para las aves migratorias luego de cruzar el Golfo de México. ¿Cuáles frutos encuentran? ¿Los frutos ofrecen suficiente calorías para que las aves continúen su vuelo? Si cambia la fenología de las plantas, ¿podrán las aves cambiar su dieta? Les presentamos un resumen de un proyecto de investigación que pretende responder estas preguntas.

Palabras clave: Aves**,** cambio climático, fenología, *Metopium brownei*, migración.

¿Qué es la fenología?

Después de unas vacaciones relajantes durante la navidad y año nuevo, tú regresas a la escuela para trabajar o estudiar, pues hay una época de clases, una época de tutoriales, una época para experimentos o trabajo de campo muy intensos y después, las vacaciones de verano, seguido de otra época de clases, tutoriales, investigación, hasta que llegan de nuevo las vacaciones de navidad. Este es el ritmo del año que un estudiante tiene, marcado por períodos de actividades distintas y definidas. En la naturaleza sucede igual, cada organismo tiene su ciclo de vida establecido. Para una planta, por ejemplo, hay una época en que aparecen sus hojas, seguido por flores y frutos y después la caída de sus hojas. Este ritmo rastrea, por una parte, el clima. En los animales ocurre igual, la actividad de los polinizadores es más intensa cuando hay flores, el consumo de frutos es mayor durante la fructificación; también existen periodos específicos de reproducción y en muchas especies de animales, hay periodos de grandes movimientos y cambios de hogares: la migración. Estos ciclos – el inicio, término y duración de las fases de vida – se llaman fenología.

La fenología tiene una gran importancia para la diversidad y el funcionamiento de los ecosistemas, porque es la base de las interacciones entre organismos (Elzinga *et al.*, 2007). La fenología de un organismo se encuentra sincronizada con la de otros, por lo tanto, es un componente importante del ciclo de vida de todos los organismos. Por ejemplo, la temporada de anidación de algunas aves está sincronizada con la aparición de una gran cantidad de insectos que garantizan disponibilidad de alimento para sus polluelos (Hinks *et al.*, 2015), a su vez, la abundancia de los insectos está sincronizada con disponibilidad de las plantas que les sirven como alimento y refugio (Williams-Linera y Meave, 2002). Por lo tanto, si la

Desde el Herbario CICY 9: 37–47 (23/Febrero/2017)
Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.
http://www.cicy.mx/sitios/desde_herbario/
ISSN: 2395-8790

Figura 1. Ubicación de los sitios de estudio.

fenología de un organismo cambia, ésto afectará a los otros que dependen de ella. Si los insectos aparecen antes del periodo de anidación de las aves, los adultos tendrían que invertir más energía en busca de alimentos (Thomas *et al.*, 2001), producirían un menor número de crías (Reed *et al.*, 2013) y estas crías estarían en mala condición (Samplonius *et al.*, 2016).

La fenología de frutos y su relevancia en el ecosistema

En las plantas se pueden identificar tres fases fenológicas principales: la producción de hojas, la floración y la fructificación (van Schaik *et al.*, 1993). En la agricultura, cada una de las fases es importante y para nosotros como humanos también, ya que aún sin estar conscientes de ello, tomamos en cuenta la fenología de frutos: acostumbramos comer determinados frutos en diferentes épocas del año. Así como hay personas que les gusta comer ciruelas o pitahayas o zapotes; sucede lo mismo con las aves, mamíferos, reptiles y otros animales. Los frutos pueden ser una gran parte de la dieta de los animales (Burns, 2002), por lo tanto, si cambia la época de la disponibilidad de frutos, los animales tienen que cambiar su dieta para mantener la sincronicidad con la etapa de fructificación, desafortunadamente no siempre es posible (Rubolini *et al.*, 2007; Usui *et al.*, 2016).

Los animales no son los únicos beneficiados por la disponibilidad de los frutos, las plantas también se benefician, ya que los animales ayudan con la dispersión de sus semillas. Algunos ratones como *Heteromys gaumeri* Allen & Chapman, consumen y transportan semillas de hasta 52 especies de plantas (Hernández y Cimé-Pool, 2010). En este sentido, las aves son muy importantes para la dispersión de las semillas de aquellas especies con frutos carnosos, ya que al movilizarse a grandes

Desde el Herbario CICY 9: 37–47 (23/Febrero/2017)
Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.
http://www.cicy.mx/sitios/desde_herbario/
ISSN: 2395-8790

Figura 2. Principales especies que producen frutos durante la migración de otoño. **A.** *Thrinax radiata*. **B.** *Chiococca alba*. **C.** *Metopium brownei*. **D.** *Erithalis fruticosa*. (Fotografías: Alfredo Dorantes).

distancias, permiten que las plantas crezcan en lugares donde de otra manera sería difícil llegar (Viana *et al.*, 2016). Hay poca información de los efectos de cambios en la fenología en la producción de frutos, germinación de semillas, y reproducción de plantas (Rafferty *et al.*, 2015).

Frutos: el recurso que alimenta la migración de aves

Los frutos tienen una alta importancia para aves migratorias durante su migración. En los bosques de Canadá y los Estados Unidos, se reproducen muchas especies migratorias, algunas de estas especies como los chipes -pequeños pájaros coloridos que se encuentran en los árboles- vuelan grandes distancias durante el viaje al Sur. Para cubrir estas distancias, vuelan durante toda la noche sin parar. Este tipo de vuelo requiere mucha energía, la cual encuentran en la grasa y azúcares de los frutos consumidos. Se puede afirmar entonces que los frutos son el combustible que las aves emplean durante su migración de otoño. Además, los antioxidantes presentes en los frutos, ayudan a las aves a recuperarse de los daños oxidativos producidos por el uso intenso de la grasa presente en sus cuerpos durante estos largos vuelos. Durante la migración, las aves incluyen paradas y en estos sitios donde hacen escala, buscan frutos para alimentarse. Por lo tanto, no es una coincidencia que en el norte el periodo de fructificación ocurre en el otoño, en tanto que en los trópicos, la fenología de los frutos es diferente. En el norte, el final de invierno señala el inicio de la producción

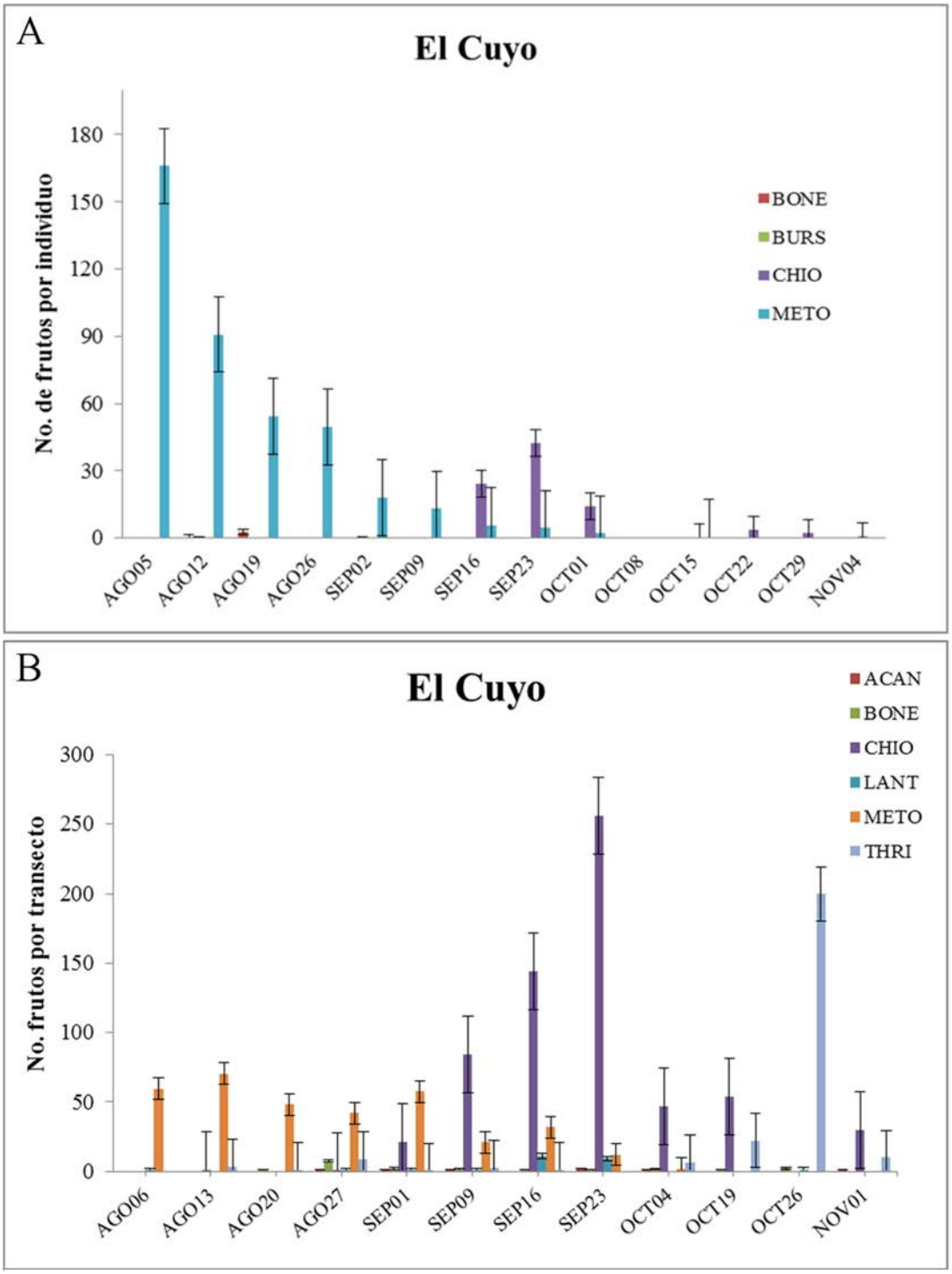

Figura 3. A. Frutos maduros producidos por las especies en los puntos de muestreo. **B.** transectos en el sitio de El Cuyo. Los valores son el promedio ± el error estándar. Sólo especies con al menos tres individuos se muestran. ACAN = *Acanthocereus tetragonus*, BONE = *Bonellia macrocarpa*, BURS = *Bursera simaruba*, CHIO = *Chiococca alba*, LANT = *Lantana involucrata*, METO = *Metopium brownei*, THRI = *Thrinax radiata*.

de hojas y por lo tanto un nuevo ciclo de la fenología de las plantas. En los trópicos, los periodos de sequía afectan la fenología de algunas especies, pero en general la fenología varía mucho y la producción de frutos acontece durante todo el

año. Surgen entonces algunas preguntas como: ¿hay suficientes frutos disponibles para las aves en los sitios de parada durante la migración de otoño? de las especies que producen frutos, ¿cuáles son aquellas cuyos frutos pueden proporcionar el combustible necesario a las aves durante sus escalas?

La fenología de frutos y aves frente al cambio climático

Los cambios en los eventos fenológicos como la floración y las migraciones de aves, se encuentran entre las respuestas biológicas más sensibles al cambio climático. A diferencia de lo que sucedía en años anteriores, ahora muchos eventos de primavera se están adelantando y los eventos de otoño se retrasan, dando lugar a desajustes en la fenología (Cleland *et al.*, 2007; Thackeray *et al*., 2010). Varios estudios realizados han demostrado que existe un desajuste fenológico, principalmente durante la época de reproducción de las aves (p. ej. Both *et al*, 2009). Sin embargo, y a pesar de que se piensa que la migración es la época del ciclo anual con mayor tasa de mortalidad (Sillett y Holmes, 2002), los estudios acerca del desajuste fenológico durante la migración y en particular en los sitios de escala durante el otoño, son muy escasos (Gallinat *et al.*, 2015). Debido a que el tiempo de la migración de otoño depende de las condiciones en las áreas de reproducción y las condiciones de viento, en otoño es improbable que las aves puedan adaptarse a las nuevas condiciones en los sitios de escala.

Frutos y aves migratorias: la importancia de la Península de Yucatán

Por su ubicación geográfica, la Península de Yucatán resulta ser de increíble importancia para la migración de las aves. En Norteamérica al menos dos tercios de aves migratorias neotropicales cruzan o circunnavegan el Golfo de México cada otoño y arriban a la duna costera de la Península de Yucatán (PY) (Deppe *et al.*, 2015). Al llegar a la PY, es necesario que las aves encuentren los recursos alimenticios necesarios para recuperar la energía gastada durante el vuelo de aproximadamente 24 horas a través del Golfo y de esta manera, continúen con su migración hacia Centro y Sudamérica. Sin embargo, aún no se sabe si hay una sincronía entre el arribo de las aves a la PY y el periodo de mayor abundancia de los recursos alimenticios o, por el contrario, su llegada coincide cuando los frutos ya alcanzaron su máxima productividad y los recursos son escasos. Incluso se sabe menos acerca de cómo las aves usan los sitios de escala durante su ruta de migración en la PY, qué tan importantes son los frutos para los individuos que hacen escala, cómo afecta la disponibilidad de frutos el comportamiento de los individuos, y el grado de desajuste que existe entre la época de la migración de las aves y la emergencia de los frutos.

La fenología de frutos en la duna costera de la Península de Yucatán

La comunidad de duna costera de la Península de Yucatán es considerada relativamente rica con aproximadamente 271 especies de plantas (Durán *et al.*, 2010). Presenta una distribución heterogénea con comunidades que pueden estar dominadas por especies herbáceas, especies arbustivas o especies arbóreas. Las plantas que producen frutos carnosos son un recurso importante como alimento para la fauna y las aves no son la excepción. Entre las especies arbóreas y arbustivas más abundantes en la duna costera se encuentran *Metopium brownei* (Jacq.) Urb., *Thrinax radiata* Lodd. ex Schult. & Schult. f., *Coccothrinax readii* Quero, *Sideroxylon americanum* (Miller) Pennington, otras no tan abundantes son *Coccoloba uvifera* (L.) L. *y Bursera simaruba* (L.) Sarg. (Moreno-Casasola *et al.*, 1998; Durán *et al.*, 2010).

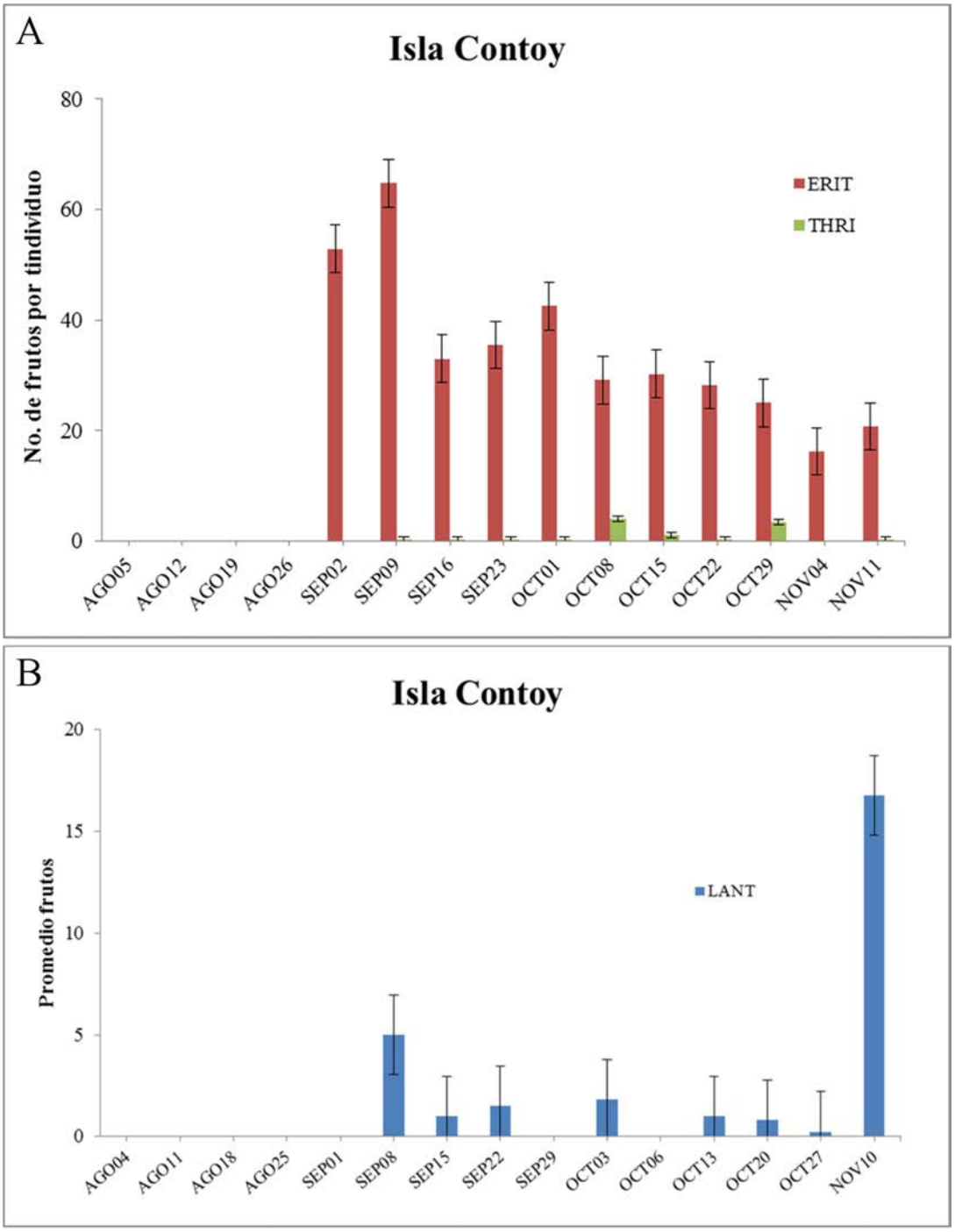

Figura 4. A. Frutos maduros producidos por las especies en los puntos de muestreo. **B.** transectos en el sitio de Isla Contoy. Los valores son el promedio ± el error estándar. Sólo especies con al menos tres individuos se mostraron. ERIT = *Erithalis fruticosa*, LANT = *Lantana involucrata*, THRI = *Thrinax radiata*.

En el periodo de migración de aves de 2016 (15 agosto – 15 noviembre) iniciamos un estudio para comparar los cambios temporales en la composición y disponibilidad de frutos con la diversidad, abundancia y comportamiento de las aves en dos sitios de escala en la costa NE de Yucatán: el Parque Nacional Isla Contoy (Quintana Roo) y El Cuyo dentro de la Reserva de la Biosfera Ría Lagartos

(Yucatán) (Figura 1). Aquí presentamos la primera descripción de la fenología de los frutos en el otoño en el hábitat de duna costera en la PY. Para monitorear los frutos, seleccionamos de manera aleatoria 15 individuos de árboles o arbustos en Isla Contoy y 50 individuos en El Cuyo. Se eligieron aquellas especies que producen frutos carnosos y que probablemente son consumidas por las aves migratorias, algunas como *Bursera simaruba* se sabe que son aprovechadas por varias especies migratorias (Scott y Martin, 1994). También se monitoreó aquellas especies con frutos carnosos en transectos de 12 m. (20 en El Cuyo y 11 en Isla Contoy), las cuales incluimos en la lista de especies. Se realizó un conteo semanal del número de frutos maduros presentes en cada individuo.

Las diferencias geográficas entre El Cuyo e Isla Contoy (tierra firme v. isla; Golfo v. Caribe), se manifestaron en las comunidades de plantas con frutos: se encontraron 18 especies que pueden dar frutos en El Cuyo y 6 en Isla Contoy (Cuadro 1). Los dos sitios tuvieron cuatro especies en común: *Bursera simaruba, Coccoloba uvifera, Lantana involucrata* L. y *Thrinax radiata* (Figura 2A). Aunque existen estos recursos potenciales, sólo una fracción se encontraban en fructificación durante nuestro estudio: siete especies en El Cuyo: *Pseudophoenix sargentii* H. Wendl. ex Sarg., *Bursera simaruba*, *Thrinax radiata*, *Bonellia macrocarpa* (Cav.) B.Ståhl & Källersjö, *Coccothrinax readii*, *Chiococca alba* Hitchc. (Figura 2B) y *Metopium brownei* (Figura 2C) y tres especies en Isla Contoy: *Thrinax radiata*, *Lantana involucrata* y *Erithalis fruticosa* L. (Figura 2D).

En el Cuyo los individuos de *Metopium brownei* proporcionaron en promedio la mayor parte de los frutos: produjeron más de cinco veces la cantidad de frutos que las otras especies. Esta especie tuvo un pico de producción al inicio de la temporada de migración que fue declinando hasta finales de septiembre (Figura 3A), en tanto que *Chiococca alba* produjo un número menor de frutos la cual duró tres semanas, empezando a mediados de septiembre y finalizando a inicios de octubre (Figura 3A). Se observó un patrón similar en los transectos de El Cuyo: *Metopium brownei* fue la especie que produjo más frutos en promedio a principio del mes de agosto, sin embargo *Chiococca alba* y *Thrinax radiata* produjeron un mayor número de frutos, siendo la primera con el promedio más alto de frutos con pico máximo a finales de septiembre, en tanto que la segunda tuvo un pico máximo a finales de octubre (Figura 3B).

En Contoy solamente *Erithalis fruticosa* tuvo un pico de producción a principios de septiembre, disminuyendo ligeramente en las siguientes semanas, pero manteniendo su producción de frutos hasta el final de la temporada de migración de otoño (Figura 4A). *Thrinax radiata* añadió unos frutos casi constantemente durante el mes de octubre (Figura 4A). En los transectos de Isla Contoy, *Lantana involucrata* fue la especie con el promedio más alto de frutos producidos por individuo, teniendo el pico más alto a mediados del mes de noviembre (Figura 4B), sin embargo, no fue la especie con mayor número de frutos producidos, ya que un solo individuo de *Erithalis fruticosa* produjo un total de 765 contra los 135 de *Lantana involucrata.*

Implicaciones por la migración de aves

Nuestros datos muestran que las aves que hacen una escala en la duna costera de la costa norte de la Península de Yucatán, en un hábitat similar que se encuentran en la zona de El Cuyo, tienen que cambiar su dieta durante la migración: primero *Metopium brownei*, luego *Chiococca alba*, y al final *Thrinax radiata*. Las aves van a seguir este patrón

Cuadro 1. Especies que producen frutos comestibles para las aves.

Familia	**Especie**	**El Cuyo**	**Isla Contoy**
Cactaceae	*Acanthocereus tetragonus* (L.) Hummelinck	Produjo frutos	No presente
Primulaceae	*Bonellia macrocarpa* (Cav.) B.Ståhl & Källersjö	Produjo frutos	No presente
Burseraceae	*Bursera simaruba* (L.) Sarg.	Produjo frutos	No produjo frutos
Rubiaceae	*Chiococca alba* Hitchc.	Produjo frutos	No presente
Chrysobalanaceae	*Chrysobalanus icaco* L.	No presente	No produjo frutos
Polygonaceae	*Coccoloba uvifera* (L.) L.	No produjo frutos	No produjo frutos
Arecaceae	*Coccothrinax readii* Quero	No produjo frutos	No presente
Celastraceae	*Crossopetalum rhacoma* Crantz	No produjo frutos	No presente
Rubiaceae	*Erithalis fruticosa* L.	No presente	Produjo frutos
Verbenaceae	*Lantana involucrata* L.	Produjo frutos	Produjo frutos
Solanaceae	*Lycium carolinianum* Walter	No produjo frutos	No presente
Sapotaceae	*Manilkara zapota* (L.) P. Royen	No produjo frutos	No presente
Anacardiaceae	*Metopium brownei* (Jacq.) Urb.	Produjo frutos	No presente
Nyctaginaceae	*Neea psychotrioides* Donn. Sm.	No produjo frutos	No presente
Cactaceae	*Opuntia stricta* (Haw.) Haw.	No produjo frutos	No presente
Arecaceae	*Pseudophoenix sargentii* H. Wendl. ex Sarg.	No produjo frutos	No presente
Capparaceae	*Quadrella incana* (Kunth) Iltis & Cornejo	No produjo frutos	No presente
Sapotaceae	*Sideroxylon americanum* (Miller) Pennington	No produjo frutos	No presente
Arecaceae	*Thrinax radiata* Lodd. ex Schult. & Schult. f.	Produjo frutos	Produjo frutos
Apocynaceae	*Vallesia antillana* Woodson	No produjo frutos	No presente

en la fenología de los frutos si forrajean oportunísticamente, tomaran el recurso más común para así minimizar el consumo de energía durante su escala. Hay frutos de otras especies pero como son pocos, el consumo de aquellos requiere de mayor movimiento y gasto de energía para encontrarlos. También existe una gran discrepancia en la cantidad de frutos disponible entre la primera y la última parte de la época de migración, debido a la diferencia en la cantidad de frutos producidos por *Metopium brownei* y las otras especies. Es probable que las aves que migran cerca del pico de fructificación de *Metopium brownei,* puedan ganar energía más rápida que aquellas que migran después de esa fecha. Una pregunta que surge y que se necesita investigar es, si la biomasa o la calidad de los frutos de *Metopium brownei* son mejores que las de los frutos de las otras especies, o es sólo su cantidad. También, si se adelanta la fructificación de esta especie, como se espera (Menzel *et al.*, 2006), es posible que la mayoría de frutos va a estar disponible antes de que lleguen las aves migratorias.

Es un poco diferente la historia en Isla Contoy, donde la cantidad de frutos es notoriamente menor que en El Cuyo, sin embargo, la producción de frutos es más constante hasta el final de la temporada. *Erithalis fruticosa* es una de las especies más abundantes en la duna costera y la que durante la temporada de migración de las aves, produjo el mayor número de frutos. *Thrinax radiata* y *Lantana involucrata* fueron las otras dos especies que produjeron frutos, aunque la cantidad producida entre las dos especies fue menor a 40 frutos durante toda la temporada. Por lo tanto, podemos decir que *Erithalis fruticosa* puede ser el principal recurso alimenticio para las aves durante su paso por Isla Contoy. Debido a que la diversidad de frutos de Isla Contoy es tan pobre en especies o *Erithalis fruticosa* no cuenta con muchos nutrientes y antioxidantes, es probable que esta isla solamente funciona como una parada de emergencia para las aves (*sensu* Mehlman *et al.*, 2005).

Agradecimientos

Jesús Bobadilla Aguiñaga, Rodrigo Duno de Stefano, Macario Fernández Popo, Diego Guerrero Lara, Michele García Conejo, Mariana Martínez González por su ayuda en el trabajo de campo. Antonio Celis Murillo y Jill Deppe que colaboraron en la planeación e implementación del proyecto. Cristóbal Cáceres G. Cantón, Director de la Reserva de la Biosfera Río Lagartos; María del Carmen García Rivas, Directora del Parque Nacional Isla Contoy y a Adriana Amador González, Directora de Amigos de Contoy por todas las facilidades ofrecidas para el desarrollo del trabajo. A Karla Reynoso Preisser por todo su apoyo administrativo.

Referencias

Both C., van Asch M., Bijlsma R.G., van den Burg A.B. y Visser M.E. 2009. Climate change and unequal phenological changes across four trophic levels: constraints or adaptations? *The Journal of Animal Ecology* 78: 73-83.

Burns K. 2002. Seed dispersal facilitation and geographic consistency in bird-fruit abundance patterns. *Global Ecology and Biogeography* 11: 253-259.

Cleland E.E., Chuine I., Menzel A., Mooney H. y Schwartz M.D. 2007. Shifting plant phenology in response to global change. *Trends in Ecology & Evolution* 22: 357-65.

Deppe J.L., Ward M.P., Bolus R.T., Diehl R.H., Celis-Murillo A., Zenzal Jr. T.J., Moore F.R., Benson T.J., Smolinsky J.A., Schofield L.N., Enstrom D.A., Paxton E.H., Bohrer G., Beveroth T.A., Raime A.,

Obringer R.L., Delaney D. y Cochran W.W. 2015. Fat, weather, and date affect migratory songbirds' departure decisions, routes, and time it takes to cross the Gulf of Mexico. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 112(46): E6331- E6338. doi: 10.1073/pnas.1503381112

Durán R., Torres W. y Espejel I. 2010. Vegetación de dunas costeras. *In:* Durán R. y Méndez M. (Eds). *Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán*. 136-137 pp. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA.

Elzinga J.A., Atlan A., Biere A., Gigord L., Weis A.E. y Bernasconi G. 2007. Time after time: flowering phenology and biotic interactions. *Trends in Ecology & Evolution* 22: 432-439.

Gallinat A.S., Primack R.B. y Wagner D.L. 2015. Autumn, the neglected season in climate change research. *Trends in Ecology & Evolution* 30: 169-176.

Hernández-Betancourt S.F. y Cimé-Pool J.A. 2010. Ecología de *Heteromys gaumeri*. *In*: Durán R. y Méndez M. (Eds). *Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán*. p. 274. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA.

Hinks A.E., Cole E.F., Daniels K.J., Wilkin T.A., Nakagawa S. y Sheldon B.C. 2015. Scale-dependent phenological synchrony between songbirds and their caterpillar food source. *The American Naturalist* 186: 84-97.

Menzel A., Sparks T.H., Estrella N., Koch E., Aasa A., Ahas R., Alm-Kübler K., Bissolli P., Braslavská O., Briede A., Chmielewski F.M., Crepinsek Z., Curnel Y., Dahl Å, Defila C., Donnelly A., Filella Y., Jatczak K., Måge F., Mestre A., Nordli Ø., Peñuelas J., Pirinen P., Remišová V., Scheifinger H., Striz M., Susnik A., Van Vliet A.J.H., Wielgolaski F., Zach S. y Zust A. 2006. European phenological response to climate change matches the warming pattern. *Global Change Biology* 12: 1969-1976.

Mehlman D., Mabey S., Ewert D., Duncan C., Abel B., Cimprich D., Sutterf R.D. y Woodrey M. 2005. Conserving stopover sites for forest-dwelling migratory landbirds. *The Auk* 122: 1281-1290.

Moreno-Casasola P., Espejel I., Castillo S., Castillo-Campos G., Durán R., Pérez-Navarro J.J., León J.L., Olmsted I., Trejo-Torres J. 1998. Flora de los ambientes arenosos y rocosos de las costas de México. *In*: Halffter G. (Ed.). *Biodiversidad en Iberoamérica*. Vol. II. 177-258 pp. CYTED- Instituto de Ecología A.C.

Rafferty N.E., Caradonna P.J. y Bronstein J.L. 2015. Phenological shifts and the fate of mutualisms. *Oikos* 124 :14-21.

Reed T.E., Jenouvrier S. y Visser M.E. 2013. Phenological mismatch strongly affects individual fitness but not population demography in a woodland passerine. *The Journal of Animal Ecology* 82: 131-144.

Rubolini D., Møller A.P., Rainio K. y Lehikoinen E. 2007. Intraspecific consistency and geographic variability in temporal trends of spring migration phenology among european bird species. *Climate Research* 35: 135-146.

Samplonius J.M., Kappers E.F., Brands S., Both C. y Phillimore A. 2016. Phenological mismatch and ontogenetic diet shifts interactively affect offspring condition in a passerine. *The Journal of Animal Ecology* 85: 1255-1264.

van Schaik C.P., Terborgh J.W. y Wright S.J. 1993. The phenology of tropical forests - adaptive significance and consequences for primary consumers. *Annual Review of Ecology and Systematics* 24: 353-377.

Scott P.E. y Martin R.F. 1984. Avian consumers of *Bursera*, *Ficus*, and *Ehretia* fruits in Yucatán. *Biotropica* 16: 319-323.

Sillett T.S. y Holmes R.T. 2002. Variation in survivorship of a migratory songbird throughout its annual cycle. *The Journal of Animal Ecology* 71: 296-308.

Thackeray S.J., Henrys P.A., Hemming D., Bell J.R., Botham M.S., Burthe S., Helaouet P., Johns D.G., Jones I.D., Leech D.I., Mackay E.B., Massimino D., Atkinson S., Bacon P.J., Brereton T.M., Carvalho L., Clutton-Brock T.H., Duck C., Edwards M., Elliott J.M., Hall S.J.G., Harrington R., Pearce-Higgins J.W., Høye T.T., Kruuk L.E.B., Pemberton J.M., Sparks T.H., Thompson P.M., White I., Winfield I.J. y Wanless S. 2016. Phenological sensitivity to climate across taxa and trophic levels. *Nature* 535: 241-245.

Thomas D.W., Blondel J., Perret P., Lambrechts M.M. y Speakman J.R. 2001. Energetic and fitness costs of mismatching resource supply and demand in seasonally breeding birds. *Science* 291: 2598-600.

Usui T., Butchart S.H.M. y Phillimore A.B. 2016. Temporal shifts and temperature sensitivity of avian spring migratory phenology: A phylogenetic meta-analysis. *The Journal of Animal Ecology* 86(2): 250-261. doi: 10.1111/1365-2656.12612

Viana D.S., Santamaría L. y Figuerola J. 2016. Migratory birds as global dispersal vectors. *Trends in Ecology & Evolution* 31: 763-775.

Williams-Linera G. y Maeve J. 2002. Patrones fenológicos. *In*: Guarguata M. y Kattan G. (Eds.). *Ecología y Conservación de Bosques Neotropicales*. 407-431 pp. Editorial Tecnológica: Libro Universitario Regional, San José, Costa Rica.

Desde el Herbario CICY, 9: 37–47 (23-Febrero-2017), es una publicación semanal editada por el Herbario CICY del Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C., con oficinas en Calle 43 No. 130, Col. Chuburná de Hidalgo, C.P. 97200, Mérida, Yucatán, México. Tel. 52 (999) 942-8330 Ext. 232, www.cicy.mx/Sitios/Desde_Herbario/, webmas@cicy.mx. Editor responsable: Ivón Mercedes Ramírez Morillo. Reserva de Derechos al Título Exclusivo No. 04-2016-041413195700-203, otorgado por el Instituto Nacional del Derecho de Autor, ISSN: 2395-8790. Responsable de la publicación: José Fernely Aguilar Cruz, Calle 43 No. 130, Col. Chuburná de Hidalgo, C.P. 97200, Mérida, Yucatán, México. Fecha de última modificación: 23 de febrero de 2017. Las opiniones expuestas por los autores no necesariamente expresan la postura del editor de la publicación. De la misma manera, la responsabilidad sobre la veracidad y la precisión de los contenidos, le corresponde totalmente a los autores de los ensayos.