

FACTORES ABIÓTICOS QUE INFLUYEN EN LA POBLACIÓN DEL *UCIDES CORDATUS* EN LA RESERVA NATURAL HACIENDA LA ESPERANZA

*Yanius Alvarado De Gracia, Ph. D.(c)*¹ & *Carlos M. Padín Bibiloni, Ph. D.*²

Recibido 9 de mayo de 2019; aceptado 15 de octubre de 2019

Resumen - El cangrejo *Ucides cordatus* es una especie esencial en la cadena trófica dentro de la dinámica del ecosistema del manglar en Puerto Rico, según lo establece el Reglamento para Regir las Especies Vulnerables y en Peligro de Extinción en el Estado Libre Asociado de Puerto Rico. Evaluamos los factores abióticos que influyeron en la población del *Ucides cordatus* después del paso del huracán María por Puerto Rico. Las dos áreas de estudio están ubicadas en la Reserva Natural Hacienda La Esperanza en el municipio de Manatí. Llevamos a cabo muestreos de factores abióticos (T° del aire, suelo, y agua, salinidad, pH del agua, humedad del aire y del suelo) dos veces al mes durante 15 meses. El evento atmosférico causó cambios en los factores abióticos que a su vez afectaron el hábitat del *Ucides cordatus*, en cuanto a la disponibilidad de alimentos, destrucción de su hábitat, reducción de cobertura vegetal, y reducción en área de protección, entre otros. En conclusión, el *Ucides cordatus* está amenazado por pérdida de su hábitat y los cambios ocurridos en los parámetros abióticos causados por estos fenómenos naturales.

Palabras clave: Ucides cordatus, huracán María, factores abióticos, abundancia, RNHLE, Puerto Rico.

Abstract - According to Puerto Rico's Commonwealth Vulnerable and Endangered Species Regulation Act, *Ucides cordatus* is an essential component in the mangrove trophic chain. This research aimed to evaluate the abiotic factors that had an influence in the *Ucides cordatus* population after Hurricane María. Two main areas at La Esperanza Natural Reserve located at Manatí were used as research sites. We assessed abiotic factors (air, soil & water T°, salinity, and water pH, soil and air humidity) from both areas, twice a month during 15 months. The atmospheric event caused changes in abiotic factors, which in turn affected *Ucides cordatus* habitat regarding food availability, habitat destruction, reduction of vegetation coverage, and a reduction in protected areas, among others. In conclusion, *Ucides cordatus* is threatened by factors such as the speeding of its loss of habitat and changes occurred in abiotic parameters caused by natural disasters such as Hurricane María.

Keywords: Ucides cordatus, Hurricane María, abiotic factors, abundance, RNHLE, Puerto Rico

¹Candidato doctoral, Escuela de Ciencias Naturales y Tecnología, Universidad Ana G. Méndez, Recinto de Gurabo. Correo electrónico: yaalvarado@uagm.edu ²Catedrático, Escuela de Ciencias, Tecnología y Ambiente. Universidad Ana G. Méndez, Recinto de Cupey.

Introducción

El *Ucides cordatus* es una especie de cangrejo semi-terrestre común en los bosques de mangles neo tropicales. Su distribución geográfica se extiende desde Florida, Golfo de México, América Central, Antillas, norte de Sur América, Brasil y Uruguay (Sandrini-Neto & Lana, 2012). El juey pelú, nombre como se conoce en todas las zonas donde habita, posee un carapacho rectangular o trapezoidal, relativamente ancho en la parte frontal, doblado hacia atrás. El borde anterior está ocupado por las orbitas donde se encuentran los huecos de los ojos. La cavidad de la boca está completamente cubierta por maxilípedos y mandíbulas escondidas. Sus patas poseen pelos (Pinheiro & Hattori, 2003). El largo del carapacho puede medir desde 3.2 a 5.8 cm, mientras que el ancho va desde 4.1 a 6.1cm (Conti & Nalesso, 2010). Las hembras no poseen pelos en las patas y viven a poca profundidad de la entrada de la cueva, mientras los machos tienen pelos en sus patas y vive en cuevas profundas. Sus pinzas (quelas) son alongadas y diferentes en ambos sexos, con tubérculos puntiagudos en los márgenes del interior. La Figura 1 muestra el cangrejo caracterizado por un carapacho de color azulado amarilloso, con patas rosadas y los pelos de las patas son grises a negro (Alencar, Lima, Molina, & Freire, 2014).



Figura 1. *Ucides cordatus*, cangrejo adulto

Estos prefieren hacer sus cuevas en lugares fangosos asociados con el manglar, zonas de marea baja y poco contacto con el agua. El *Ucides cordatus* realiza sus actividades durante la noche, la cual utiliza para la búsqueda de alimento para luego llevársela a la cueva donde posteriormente se alimenta y finalizando cercano al amanecer. Son más activos en la temporada seca que durante la temporada de lluvia (Nordhaus, Diele, & Wolff, 2009).

El *Ucides cordatus* es una especie clave y esencial en la cadena trófica dentro de la dinámica del ecosistema del manglar en zonas tropicales y subtropicales. El cangrejo es predominante herbívoro o consumidor primario siendo su principal fuente la hoja de mangle rojo (*Rhizophora mangle*) aunque en ocasiones consume escombros de plantas, raíces, sedimento y material animal (Medina, Cuevasm, & Lugo, 2010). Para Nordhaus et al. (2009) estos son importantes en la ingeniería de los ecosistemas costeros. El cangrejo desempeña un papel importante en la ecología del mangle debido a que sus cuevas son esenciales e importantes para la aeración y el drenaje del suelo e intercambio de nutrientes entre el agua y sedimento reduciendo la salida de materia orgánica dentro mangle (Nordhaus, Wolff, & Diele, 2006).

Es una especie vulnerable, se desconoce lo crítico de la especie después del Huracán. De acuerdo al estudio los cambios surgidos en los factores abióticos más importantes que influyen en la distribución de los organismos en los estuarios. Ambos parámetros pueden fluctuar simultáneamente y rápidamente de acuerdo con la temporada, diariamente y a base de las mareas (Robertson, 1984). En los climas cálidos, la temperatura alta y salinidad son potencialmente letales pues los cangrejos la evitan desplazándose hacia la sombra o el interior de las cuevas. En un estudio realizado por Winch y Hodgson (2007), en el estuario del río Bushman en África del Sur, encontraron que las temperaturas y salinidades altas tienen efectos sobre el metabolismo y crecimiento en los cangrejos, obligándolos a poner en marcha mecanismos de compensación para la realización de actividades. Pues la temperatura tiene un efecto directo en el porcentaje de los procesos fisiológicos, mientras que la salinidad ejerce sobre la demanda osmoreguladora en los animales acuáticos (Spanopoulos, Martínez, Vanegas, Rosa, & Ross, 2005).

El pH es otro parámetro que afecta la diversidad y la distribución de los cangrejos en un ecosistema. Varadharajan, Soundarapandian, & Pushparajan (2013) señalaron que la toma de CO₂ por los organismos fotosintetizadores especialmente el fitoplancton en el mar pueden afectar los niveles de pH. Esto se debe a la influencia en la penetración del agua salada, alta actividad biológica y actividad fotosintética. También indicaron que la época de lluvia, la reducción de salinidad, temperatura y la descomposición de la materia orgánica aumentan los niveles. El aumento del pH puede ocasionar un descenso en la población del cangrejo, lo cual afecta los procesos metabólicos, fisiológicos y de maduración. Estudios realizados en la biodiversidad de los cangrejos a lo largo de la costa de la India demostraron que los crustáceos son altamente sensibles a la contaminación, y



Figura 2. Reserva Natural Hacienda La Esperanza (RNHLE)

su distribución está fuertemente ligada con los parámetros físico-químicos (Varadharajan et al., 2013).

Método

Obtuvimos los datos de los factores abióticos durante los meses de noviembre del 2017 hasta enero 2019. Identificamos dos áreas de estudio que contienen el hábitat de *Ucides cordatus*. Los muestreos fueron realizados dos veces al mes en el Caño María Hernández (área de estudio A) y Palma de Terel (área de estudio B), ubicados dentro de la Reserva Natural Hacienda La Esperanza (RNHLE) en Manatí (Figura 2).

El Caño María Hernández se encuentra localizado al noroeste del pueblo de Manatí se conecta al río Grande de Manatí. El mismo presenta una cubierta vegetal en sus bordes y descarga directo al estuario. El suelo del Caño está clasificado como Santa Clara arcilloso (SnC) de acuerdo al Servicio de Conservación de Suelos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, (RNHLE, 2011). Este tipo de suelo se encuentra en laderas y montes pequeños que registran pendientes del 2 al 12% de inclinación. La capa superficial de alrededor de 9 pulgadas (22.86 cm) de espesor, es de arcilla firme de color marrón grisáceo oscuro, moderadamente profundo, y con buen drenaje. La fertilidad natural es de moderada a alta. Se considera muy adecuado para el cultivo de pastos (RNHLE, 2011).

Mientras que la Palma de Terel se localiza al noreste del río Grande de Manatí. Esta zona presenta un extenso territorio con mucha vegetación donde se forma el estuario cuyas descargas van directo al océano. De acuerdo con al Servicio de Conservación de Suelos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, el suelo en la Palma de Terel es clasificado como suelo Coloso arcilloso fangoso (Cn). Este tipo de suelo se distribuye en planicies de inundación. La capa superficial de alrededor de 7 pulgadas (17.78 cm) de espesor es de arcilla fangosa firme de color marrón. Es profundo, con drenaje pobre y presenta un riesgo alto de inundación. El subsuelo y sustrato presentan un potencial alto de expansión-compactación, caracterizado por una permeabilidad y escorrentía lentas (Reserva Natural Hacienda La Esperanza, 2011).

En ambas áreas de estudio, establecimos un plan que consistió en seleccionar tres puntos de muestreo al azar mediante un transecto perpendicular dentro del estuario. Cada transecto midió 10m x 10m. Los factores abióticos incluyeron la toma de muestras de la temperatura del aire, suelo, agua, salinidad, pH del agua, humedad del aire y suelo. Para esto, utilizamos sensores del *LabQuest Vernier: Temperature probe, pH sensor, soil moisture sensor, relative humidity sensor, salinity sensor y surface temperature sensor*. Los muestreos se llevaron a cabo entre las cuatro y cinco de la tarde. Seleccionamos los puntos de muestreo aleatoriamente dentro de cada transecto. Anotamos los resultados de cada parámetro, fecha y lugar, cambios, circunstancias o eventos (naturales y antropogénicos) que pudieran explicar la información recopilada de los parámetros abióticos.

Resultados y discusión

Durante los 15 meses de estudio, observamos los cambios entre los factores abióticos en cada uno de los puntos de muestreo en las áreas de estudio en el RNHLE. En el Caño María Hernández (área de estudio A) se registró temperatura mínima en el aire de 27.20°C y una temperatura máxima de 31.80°C. Mientras que en Palma de Terel área de estudio B, la temperatura mínima del aire se registrada fue de 25.10°C y la máxima de 33.20°C (Tabla 1).

En cuanto a la temperatura mínima del suelo en el área de estudio A, se registró 27.20°C, mientras que la temperatura máxima fue de 35.70°C. Para el área de estudio B, la temperatura mínima del suelo fue 24.30°C. En cuanto a la temperatura máxima, obtenida estuvo en 31.35°C (Tabla 1).

La temperatura mínima del agua registrada en el área de estudio A fue de 28.70°C, mientras que la temperatura máxima del agua registrada estuvo en los 35.10 °C. La temperatura mínima del agua registrada en el área de estudio B, fue de 25.00°C. La temperatura máxima se estuvo en los 30.90°C (Tabla 1).

La salinidad mínima del agua registrada en el área de estudio A, obtenido fue de 0.60%, mientras que el valor máximo en la salinidad alcanzó los 6.60%. En el de área de estudio B, la salinidad mínima observada estuvo en los 0.70%. El valor máximo en salinidad se observado alcanzó los 12.80% (Tabla 1).

Tabla 1

Valores mínimo-máximo de parámetros abióticos en las áreas de estudio Caño María Hernández (A) y Palma de Terel (B) de noviembre de 2017 a enero de 2019 en la RNHLE, Manatí, Puerto Rico

Parámetros	Área de estudio A		Parámetros	Área de estudio B	
	Mínimo	Máximo		Mínimo	Máximo
Temperatura °C			Temperatura °C		
Aire	27.20	31.80	Aire	25.10	33.20
Suelo	27.20	35.70	Suelo	24.30	31.35
Agua	28.70	35.10	Agua	25.00	30.90
Salinidad (ppm)	0.60	6.60	Salinidad (ppm)	0.70	12.80
pH	6.15	7.62	PH	6.32	7.64
Humedad %			Humedad %		
Suelo	12.10	80.00	Suelo	21.30	97.80
Aire	46.85	86.00	Aire	64.72	91.65

Nota. ppm= partes por millón.

El pH del agua en el área de estudio A, presentó diferencia durante el año de estudio. El valor más bajo obtenido fue de 6.15. En cambio, el valor máximo observado estuvo en los 7.26. En cambio, el valor mínimo del pH del agua en la área de estudio B, registró los 6.32 mientras que el valor máximo fue de 7.64 (Tabla 1).

El valor mínimo de humedad del suelo registrado en el área de estudio A, estuvo en los 12.10%. Mientras el valor máximo de humedad registró un 80.00%. El valor mínimo de humedad del suelo observado en el área de estudio B, fue de 21.30%. Por otro lado, el valor máximo de humedad registrado observado alcanzó los 97.80% (Tabla 1). El valor mínimo de humedad del aire encontrado en la área de estudio A, registró unos 46.85%. Sin embargo, el valor máximo recopilado estuvo en los 86.00%. El valor mínimo de humedad en el área de estudio B, registró un 64.72%, mientras que el valor mínimo de humedad obtenido durante el estudio fue de 91.65% (Tabla 1).

De las dos áreas donde se llevó a cabo la investigación, el área de estudio A (Caño María Hernández), presentó los valores más altos en todos los parámetros de temperatura (Tabla 1). Las altas temperaturas registradas durante finales del 2017 y a hasta el verano de 2018, correspondieron a las condiciones físicas de la localización del área de estudio y a los efectos meteorológicos típicos luego del paso del huracán María. Las temperaturas máximas se obtuvieron en el nivel superior intermareal del Caño. Esto se debió a su localización (llano costero), a su topográfica, a la vegetación del lugar (pastos), la carencia de árboles y de bosques de mangle rojo (*Rhizophora mangle*), además de la distancia de la costa y al tipo de sedimento. Todos estos elementos, contribuyeron a que hubiese una diferencia en promedio de 2° a 3° en las temperaturas, lo que coincide con el estudio que realizaron Conti y Nalesso

(2010) en la zona estuarina del río Piraquê-açu, en el estado Espírito Santo al sureste de Brasil. Ambos autores indicaron que las altas temperaturas en los parámetros ambientales (ej. temperatura del aire, sedimento y agua) se registraron en las zonas del mangle donde había poca densidad de follaje y con una gran evaporación.

Durante los meses de otoño de 2017, las temperaturas obtenidas del aire, suelo y agua fueron más altas comparadas con el año siguiente. La razón por la cual las temperaturas se mantuvieron más altas se debió a que después del Huracán le siguió un periodo de días secos y de intenso calor. Los meses subsiguientes no hubo precipitación debido a que finalizaba la temporada de lluvia y comenzaba el periodo seco y la destrucción de los árboles y de la vegetación. En la temporada de invierno de 2017-2018, el investigador observó que las temperaturas de los tres parámetros obtenidas se mantuvieron relativamente altas para la temporada especialmente los de la temperatura del suelo y la del agua en comparación con las registradas durante la misma temporada de invierno 2018-2019. Esto se debió al periodo de calor que hubo después del paso del huracán María ocasionado por la escasa vegetación del lugar, la caída de los árboles, el comienzo del periodo seco de invierno, el aumento en la humedad del aire causado por la abundante nubosidad especialmente durante el comienzo del año, el poco viento y la alta evaporación del lugar. El descenso en la temperatura de los tres parámetros ocurrió como consecuencia del crecimiento de la vegetación del lugar, el aumento en la precipitación local debido al paso de numerosos fenómenos atmosféricos, la extensión del periodo de lluvia y a la poca exposición al sol debido a la reducción de horas durante el día.

La abundancia de los cangrejos juveniles de mayor tamaño y peso en el área de estudio A (Caño María Hernández) se observó a mediados de la temporada de invierno de 2017-2018 hasta mediados del verano de 2018. La captura de cangrejos juveniles en la temporada de invierno se debió a los cambios producidos por el huracán María sobre la ecología del Caño, la población de cangrejos y sobre los parámetros ambientales. Durante la estación de invierno, por lo general, la población de cangrejos se mantiene dentro de sus cuevas y no salen hasta mediados de la primavera. Sin embargo, tras el paso del huracán María los observamos activos por el caño, posiblemente en busca de un lugar donde hacer sus cuevas pues la mayoría de ellas fueron inundadas o erosionadas por el agua. Otro factor que contribuyó fue que gran parte de la vegetación circundante a sus cuevas también fue arrastrada y esto motivó a que los cangrejos se movieran en búsqueda de alimento. Rodríguez y Sabat (2009) determinaron que el alimento en los cangrejos es un factor limitante en los lugares donde hay grandes poblaciones de cangrejos.

La ubicación del área de estudio B (Palma de Terel) contribuyó a que los promedios de las temperaturas fueran más bajos. Esto se debió a que la misma, está localizada en la parte baja del estuario rodeada de una abundante, extensa y variada vegetación que incluyen bosques de mangle rojo (*Rhizophora mangle*) como mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y a la poca distancia de la costa. De acuerdo con Góes et al. (2010), los manglares presentan una densa vegetación compuesta de árboles de mangle rojo (*Rhizophora mangle*), la cual les permite tener un promedio de temperatura más bajo que lo observado en manglares con una vegetación menos densa. Las altas temperaturas observadas en el otoño de 2017, se debieron a la poca

densidad de árboles de mangle y el poco follaje de la vegetación ocasionado por el impacto de los vientos y por la crecida e inundación del río Grande de Manatí. Otros factores que afectaron las temperaturas del lugar fueron el patrón de clima seco y a la alta humedad que hubo después del Huracán en la temporada de invierno de 2017. La temperatura de ambos parámetros mostró ser elevada comparada con las registradas en el 2018. Esto sucedió como consecuencia de la pérdida de los árboles de mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y mangle rojo (*Rhizophora mangle*). El descenso en las temperaturas resultó como consecuencia del proceso de recuperación de los bosques de árboles de mangle rojo como blanco, el crecimiento de la vegetación sobre el sedimento y los eventos continuos de precipitación ocasionados por el paso de fenómenos atmosféricos y a los cambios de estación.

La baja población de cangrejos adultos en el área de estudio B (Palma de Terel) no solo se debió al impacto severo recibido por los vientos del huracán María, sino también por la cantidad e intensidad del agua proveniente del río Grande de Manatí. La intensidad y la duración de los vientos ocasionaron la destrucción de la mayoría de los árboles de los bosques de mangle rojo (*Rhizophora mangle*) y de mangle negro (*Avicennia germinans*) en el estuario lo cual ocasionó la pérdida de hábitat del cangrejo y la reducción de alimento.

Los promedios bajos en salinidad registrados en el área de estudio A (Caño María Hernández) se debieron a su ubicación, la cual se encuentra lejos de la costa, y de la cantidad de agua dulce que recibe de los tributarios contiguos al caño. La salinidad más baja observada fue en el invierno de 2017. Esto puede deberse a la cantidad de agua dulce recibida como resultado del aumento de precipitación caída por el paso del huracán María sobre la Cordillera Central por donde pasa el río Grande de Manatí, la modificación y reducción de la desembocadura del río como consecuencia de las marejadas ciclónicas y la crecida del río. El aumento en la salinidad se relacionó al cambio de estación, el aumento en la fuerza de los vientos sobre el agua marina impulsándola hacia dentro del río, las temperaturas altas, los eventos de calor, la poca precipitación y la alta evaporación. Esto confirma lo encontrado por Fernández y Carvalho (2007), quienes demostraron que las estaciones del año producen diferencias en salinidad y están relacionadas con la temporada seca y/o por los eventos de lluvia.

Las diferencias en salinidad en el área de estudio B (Palma de Terel) estuvieron asociadas a su cercanía con la costa, los cambios de temporada, los fuertes vientos, las grandes marejadas, eventos de lluvia y fenómenos atmosféricos. Diele y Smith (2006), indicaron que los manglares son lugares de baja elevación, donde el agua del mar interactúa con agua dulce superficial y subterránea. La salinidad en el manglar/estuario, es generalmente mayor cerca del punto de descarga al océano. El aumento en la salinidad en el invierno ocurrió debido al paso de frentes de frío que produjo fuertes vientos y grandes marejadas, esto provocó la mezcla de agua salada con el agua dulce dentro del estuario. Mientras que el aumento en la temporada de verano estuvo relacionado con la temporada seca, la escasa y dispersa vegetación, la exposición al sol y a la alta evaporación. El periodo de baja salinidad se relacionó con el aumento en el periodo de lluvia.

Los cambios estacionales, las variaciones en temperatura y los eventos estacionales estuvieron relacionados con los cambios con el pH. Para Alcántara-Filho (1978), los cambios en el pH son causados por las alteraciones en el clima durante las estaciones del año. Los valores bajos en el pH del área de estudio A (Caño María Hernández) se observaron durante la temporada de verano como consecuencia del clima seco, las altas temperaturas, el cambio en el particulado del agua por el efecto del polvo del Sahara y los pocos eventos de precipitación. El aumento en los valores de pH se produjo como consecuencia de las bajas temperaturas registradas en el agua y aire, además de la cantidad de precipitación registrada, a la abundancia de la vegetación en y sobre el agua, así como a los cambios en la materia del fondo de la corriente.

Los factores que causaron la baja en el pH del agua en el área de estudio B (Palma de Terel) estuvieron asociados a las temperaturas altas diurnas, los periodos de poca o ninguna precipitación, el paso de eventos atmosféricos, los cambios en las mareas producidas por el efecto de las fases de la luna y la alta evaporación. En cambio, el aumento se produjo por el cambio de temporada de húmedo y caluroso a frío y seco.

De acuerdo con Gilman, Ellison, Duke y Filed (2008), la retención de la humedad en suelo, se debe a las variables ambientales: tamaño del grano en el sedimento, porcentaje de arcilla, distribución del contenido de la materia orgánica, a la densidad del manglar y a los cambios estacionales. Los porcentajes más bajos en la humedad del suelo en el Caño, se observaron en la temporada de verano. Esto ocurrió como consecuencia del tiempo seco y brumoso, a las altas temperaturas diurnas, al polvo del Sahara, a la poca precipitación y a la alta tasa de evaporación que favorecieron significativamente a reducir el porcentaje de humedad. Los porcentajes de humedad más altos se registraron en la primavera del 2018 y en el invierno de 2017. Los cambios en la intensidad y la cantidad de precipitación, acrecentamiento en la temperatura, la frecuencia en los eventos atmosféricos y el desbordamiento del río causado por las lluvias y la entrada de agua salada al río producto de las marejadas fuertes contribuyeron con el aumento en la humedad.

Los niveles de humedad más bajos en el área de estudio B (Palma de Terel) estuvieron asociados con los cambios en el clima (fresco y húmedo a seco y caluroso), el comienzo de la temporada de huracanes, al efecto de Polvo del Sahara (pues durante el tiempo que dominó afectó el bajo porcentaje de precipitación) y la poca densidad y abundancia de la vegetación del lugar específicamente el bosque de mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y mangle rojo (*Rhizophora mangle*). La poca vegetación influyó que el suelo del estuario estuviese expuesto al sol durante largos periodos de tiempo, lo que aumentó el nivel de evaporación. El aumento en la humedad estuvo relacionado con los cambios de temporada de seco a húmedo y la frecuencia de los eventos de precipitación y el paso de los frentes de frío. Este último provocó el aumento en los vientos y la entrada de las marejadas hacia el estuario.

De acuerdo con Gomes, Abrunhosa, Simith y Asp (2013), los distintos niveles de humedad del aire corresponden a la cantidad de vapor de agua existente en la atmósfera, el

grado de evaporación de los océanos u otras fuentes de agua, a la presencia o ausencia de la vegetación, la temperatura y las estaciones del año. Los bajos niveles de humedad del aire en el área de estudio A (Caño María Hernández) se observaron durante el verano. Esto se produjo por el efecto de la ola de calor provocada por el paso del polvo del Sahara lo que a su vez indujo que el tiempo fuera seco y brumoso. Otros factores que contribuyeron fue la reducción sustancial de la precipitación pluvial pues en varias ocasiones observamos que las nubes de lluvia eran dirigidas por el viento hacia las montañas y la reducción en la evaporación debido a la poca cantidad de agua que cayó. Los promedios de mayor humedad se asociaron al aumento de las temperaturas causadas por el calor diurno, el paso de numerosos fenómenos atmosféricos por la región (vaguadas, ondas tropicales y huracanes) y la ausencia de árboles aledaños al caño y el efecto directo del sol propicio el aumento en la evaporación.

El descenso en la humedad del aire en el área de estudio B (Palma de Terel) fue ocasionada por el cambio de estación, el inicio de la temporada seca, el aumento en la temperatura diurna, el cambio en la dirección de los vientos y la proximidad del evento del polvo del Sahara. Mientras que el incremento en la humedad estuvo relacionado con eventos frecuentes de lluvia, cambio de temporada (frío a cálido) y al paso de la tormenta tropical Florence por el norte de la Isla.

Conclusiones y recomendaciones

Los cambios (aumento) en los parámetros a raíz del paso del huracán encontrados están impactando adversamente la abundancia del *Ucides cordatus*. La pérdida de hábitat debido a los eventos extremos en los últimos 16 meses también está impactando la población de *Ucides cordatus*. La pérdida de cobertura vegetal, y la reducción de terrenos causaron los cambios drásticos en los parámetros abióticos y en la disponibilidad de alimentos del juey pelú. Este estudio confirma que la especie es vulnerable debido a la pérdida de su hábitat. Los parámetros abióticos contribuyeron a la disminución en el número de cangrejos, tanto de juveniles como de adultos.

Para atender esta situación se recomienda hacer un estudio poblacional en la Isla para determinar si el mismo es candidato a la lista de especies en peligro de extinción. Para el área de estudio se recomienda que se restaure el hábitat mediante el enriquecimiento y restauración ecológica en áreas del manglar degradadas mediante siembra de mangle rojo (*Rhizophora mangle*), promover e implantar criaderos del juey pelú en la RNHLE y la reintroducción de individuos de la especie en el hábitat natural.

Literatura citada

Alcántara-Filho, P. (1978). Contribuição ao estado da biologia e ecologia do caranguejo-uçá – *Ucides cordatus cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Decapoda, Brachyura), no manguezal do rio Ceará, Brasil. *Arquivos de Ciências do Mar*, 18, 1- 41. Disponível em: http://www.labomar.ufc.br/images/stories/arquivos/ArqCienMar/V18_1978/acm_1978_18_1-2_01.pdf

- Alencar, R. D., Lima-Filho, P. A., Molina, W. F., & Freire, F. A. M. (2014). Sexual shape dimorphism of the mangrove crab *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Decapoda, Ucididae) accessed through geometric morphometric. Recuperado de *The Scientific World Journal*, 1-8. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/206168>.
- Conti, R. C., & Nalesso, R. C. (2010). Status of the population structure of the mangrove crab *Ucides cordatus* (Decapoda: Ocypodidae) on the Piraguê – açu river estuary, Espírito Santo, Brasil. *Brazilian Journal of Oceanography*, 58(2):81-92. <http://dx.doi.org/10.1590/s1679-87592010000200001>.
- Diele, K., & Simith, D. J. B. (2006). Salinity tolerance of northern Brazilian mangrove crab larvae, *Ucides cordatus* (Ocypodidae): Necessity for larva export? *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 68:600-608. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2006.03.012>.
- Departamento de Recursos Naturales y Ambientales. (2016). Reglamento para regir las especies vulnerables y en peligro de extinción en el Estado Libre Asociado de Puerto Rico. Recuperado de <http://drna.pr.gov/.../Reglamento-Especies-Vulnerables-y-en-Peligro-de-Extinción-Versión->
- Fernandes, M. E. B., & Carvalho, M. L. (2007). Bioecología de *Ucides cordatus* Linnaeus, 1763 (Decapoda: Brachyura) na costa do estado do Amapá. *Boletim do Laboratório de Hidrobiologia*, 20, 15-22. www.journals4free.com/link.jsp?l=41345853
- Fideicomiso de Conservación de Puerto Rico (2011). Plan demanejo Reserva Natural Hacienda La Esperanza. 1- 699.
- Gilman, E. L., Ellison, G., Duke, N. C., & Field, C. (2008). Threats to mangroves from climate change and adaptation options: A review. *Aquatic Botany*, 89(2):237-250. <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2007.12.009>.
- Góes, P., Branco, J. O., Pinheiro, M. A. A., Barbieri, E., Costa, D., & Fernandes, L. L. (2010). Bioecology of the Uca-Crab, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763), in Vitória Bay, Espírito Santo State, Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*, 58, 153-163. doi.org/10.1590/S1679-87592010000200006
- Gomes, J. D., Abrunhosa, F. A., Simith, D. J. B., & Asp, N. E. (2013). Mangrove sedimentary characteristic and implications for crab *Ucides cordatus* (Crustacea, Decapoda, Ucididae) distribution in an estuarine area of the Amazonian region. *Acta Amazonica*, 43(4), 481-489. doi.org/10.1590/S0044-59672013000400010
- Medina, E., Cuevas E., & Lugo, A. E. (2010). Nutrient relation of dwarf *Rhizophora mangle* L. mangrove on peat in eastern Puerto Rico. *Plant Ecology*, 207, 13-24. [doi: 10.1007/s11258-009-9650-z](https://doi.org/10.1007/s11258-009-9650-z)