UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

CAMBIOS ESPACIO-TEMPORALES DEL HÁBITAT DEL CHIGÜIRO (*Hydrochoerus hydrochaeris*) EN SABANAS INUNDABLES DEL CASANARE

CYNDY NOHEMY CARDONA CLAROS

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias, Departamento de Biología

Bogotá, Colombia

2017

CAMBIOS ESPACIO-TEMPORALES DEL HÁBITAT DEL CHIGÜIRO (*Hydrochoerus hydrochaeris*) EN SABANAS INUNDABLES DEL CASANARE

CYNDY NOHEMY CARDONA CLAROS

Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de Magister en Ciencias – Biología

Línea de Investigación: Grupo en Conservación y Manejo de Vida Silvestre

Director:
Hugo Fernando López Arévalo M.Sc D.C.

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias, Departamento de Biología
Bogotá, Colombia
2017

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi director de tesis Hugo Fernando López, por su orientación, confianza, por permitir mi participación los proyectos del grupo de investigación, y por su gestión antes las entidades. Mil gracias por todo lo aprendido.

Al doctor Salvador Mandujano por sus sugerencias, recomendaciones, enseñanzas y su hospitalidad en el INECOL.

Mi gratitud infinita a mi familia, mi madre y hermano por su amor, apoyo incondicional y sus palabras de aliento en cada paso. Ustedes saben que son mi motor.

Al Grupo en Conservación y Manejo de Vida Silvestre. A los administradores y curadores del Herbario COL de la Universidad Nacional de Colombia por permitirme el acceso a las colecciones. Especialmente a Diego Giraldo y Diego Cabrera por su colaboración en la identificación de algunos ejemplares colectados.

A los integrantes del curso en Hábitat del II semestre de 2016 por su colaboración en campo en el hato Miramar. A los baquianos y administradores de los hatos Miramar y La Aurora. A los profesores Olga Lucía Montenegro, Pedro Sánchez Palomino y Agustín Rudas por sus comentarios durante el proceso. A Juan Carlos Arias y Hernán Serrano, por el apoyo y enseñanza en SIG.

A Arlensiu Tiboche García por las anécdotas de campo, los aprendizajes académicos, profesionales y personales, a los colegas como Catherine Mora y Sebastián Jiménez a quienes conocí al terminar este proceso y me compartieron su alegría.

La presente investigación hizo parte de dos convenios por los que fue posible este trabajo de grado: 1) Convenio Interadministrativo de 2015, establecido entre la Universidad Nacional de Colombia y la Corporación Autónoma Regional de la Orinoquía CORPORINOQUIA, cuyo objeto es la Investigación Científica para la implementación de la conservación y uso sostenible de la especie chigüiro, en el departamento de Casanare, en atención a las líneas estratégicas definidas en el

respectivo Plan de Gestión Ambiental Regional (PGAR), y 2) Convenio de cooperación No. 16-15-115-045CE entre el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt y la Universidad Nacional de Colombia, para la evaluación de las poblaciones y hábitat del chigüiro (*H. hydrochaeris*), como también la calidad del hábitat en la ventana de estudio ubicada en Paz de Ariporo, Casanare, durante dos épocas climáticas contrastantes.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN GENERAL **13**

GENERALIDADES DE *HYDROCHOERUS HYDROCHAERIS* (LINNAEUS, 1766) 15
OBJETIVOS 18
Objetivo general *18*
Objetivos específicos *18*
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 20

CAPÍTULO 1. CARACTERIZACIÓN ESPACIO TEMPORAL DEL HÁBITAT DEL CHIGÜIRO *HYDROCHOERUS HYDROCHAERIS* EN LAS SABANAS INUNDABLES DEL CASANARE **25**

RESUMEN **25**

MATERIALES Y MÉTODOS **27**

ÁREA DE ESTUDIO 27
MIRAMAR 27
LA AURORA 28
CARACTERIZACIÓN DEL HÁBITAT 30
Clasificación de las Unidades de Evaluación de Hábitat (UEH) *31*
Alimento potencial *34*
Refugio *34*
Disponibilidad de agua *36*
ANÁLISIS DE LOS DATOS 36

RESULTADOS **37**

CARACTERIZACIÓN TEMPORAL DEL HÁBITAT 38
HATO MIRAMAR 38
Clasificación de las Unidades de Evaluación de Hábitat (UEH) *38*
Diversidad florística de herbáceas y rasantes *40*
Alimento potencial *45*
Refugio *48*
CARACTERIZACIÓN ESPACIAL DEL HÁBITAT 52
LA AURORA Y MIRAMAR EN LLUVIA DE 2015 52
Clasificación de las Unidades de Evaluación de Hábitat (UEH) *52*
Diversidad florística de herbáceas y rasantes *54*
Clasificación de la vegetación *55*
Refugio *60*
Disponibilidad de agua *62*

DISCUSIÓN **63**

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS **66**

ANEXOS **73**

CAPÍTULO 2. CAMBIOS ESPACIO-TEMPORALES DE LA CALIDAD DEL HÁBITAT DEL CHIGÜIRO *HYDROCHOERUS HYDROCHAERIS* EN LAS SABANAS INUNDABLES DEL CASANARE **98**

RESUMEN **98**

INTRODUCCIÓN **99**

MATERIALES Y MÉTODOS **100**

MODELO DE HSI A NANOESCALA 101
MODELO DE HSI A MESOESCALA 102
ANÁLISIS DE LOS DATOS 104

RESULTADOS **105**

CALIDAD DEL HÁBITAT TEMPORAL PARA EL CHIGÜIRO 105
CALIDAD DEL HÁBITAT ESPACIAL PARA EL CHIGÜIRO 111

DISCUSIÓN **112**

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS **116**

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES **123**

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Relación de las Unidades de Evaluación de Hábitat (UEH) que presentaron variaciones en su extensión y puntos de muestreo para las épocas climáticas evaluadas en Miramar. 39
Tabla 2. Variables evaluadas a nanoescala para la caracterización del hábitat del chigüiro en las épocas climáticas en Miramar. 50
Tabla 3. Porcentajes de variación entre las épocas climáticas de las variables evaluadas para los requerimientos del hábitat chigüiro en Miramar. 50
Tabla 4. Variables consideradas para la calificación del HSI para el chigüiro en el hato Miramar y La Aurora..... 104
Tabla 5. Valores promedios de HSI espacial y temporal a nanoescala en cada una de las Unidades de Evaluación del Hábitat (UEH). 106
Tabla 6. Valores de los Índices de calificación (IR) y HSI espacial y temporal a mesoescala. 108
Tabla 7. Proporción de la calidad de hábitat de chigüiro espacial y temporal a mesoescala. 110

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del área de estudio para la evaluación de hábitat del chigüiro (*H. hydrochaeris*) en dos sitios de las sabanas inundables del Casanare, Colombia. 20
Figura 2. Localización geográfica del hato Miramar, municipio de Paz de Ariporo, Casanare, Colombia. 29
Figura 3. Localización geográfica del hato La Aurora, municipio de Hato Corozal, Casanare, Colombia. 30
Figura 4. Establecimiento de los transectos para la evaluación del hábitat. 31
Figura 5. Esquema metodológico para la clasificación de las Unidades de Evaluación de Hábitat (UEH). 33
Figura 6. Medición de la cobertura de escape para el chigüiro. Tomado de López-Arévalo *et al*. 2016.. 35
Figura 7. Medición de la cobertura climática. 36
Figura 8. Mapa de las Unidades de Evaluación de Hábitat (UEH) o coberturas en Miramar. 39
Figura 9a. Dendograma final y mapa de la distribución espacial correspondiente al agrupamiento por estructura de la comunidad de herbáceas y rasantes para Miramar en lluvia de 2015. 42
Figura 9b. Dendograma final y mapa de la distribución espacial correspondiente al agrupamiento por estructura de la comunidad de herbáceas y rasantes para Miramar en sequía de 2016……...43
Figura 9c. Dendograma final y mapa de la distribución espacial correspondiente al agrupamiento por estructura de la comunidad de herbáceas y rasantes para Miramar en lluvia de 2016…….44
Figura 10. Distribución espacial de las especies de alimento potencial más abundantes y que se compartieron en los tres muestreos en Miramar, Casanare. 46
Figura 11. Mapa de las Unidades de Evaluación de Hábitat (UEH) o coberturas en La Aurora. 53
Figura 12. Comparación en la extensión de las Unidades de Evaluación del Hábitat (UEH) o coberturas en La Aurora y Miramar, en lluvia de 2015. 54
Figura 13. Dendograma final y mapa de la distribución espacial correspondiente al agrupamiento por estructura de la comunidad de herbáceas y rasantes para La Aurora. 56
Figura 14a. Distribución espacial de las especies de alimento potencial más abundantes en Miramar, Casanare, en lluvia de 2015..... 58
Figura 14b. Distribución espacial de las especies de alimento potencial más abundantes en La Aurora, Casanare, en lluvia de 2015……...59
Figura 15. Riqueza y abundancia de alimento potencial para el chigüiro en las UEH de La Aurora y Miramar, en lluvia de 2015. 60
Figura 16. Cobertura de escape y cobertura climática en las UEH de La Aurora y Miramar, en lluvia de 2015. 62
Figura 17. Esquema del modelo de la Idoneidad de Hábitat para el chigüiro propuesto por Guzmán-Lenis (2006) y Guzmán-Lenis *et al.* (2014a, b). 101
Figura 18. HSI temporal a nanoescala y mesoescala. 105
Figura 19. Mapas de la calidad del hábitat temporal para el chigüiro a mesoescala. 110
Figura 20. Gráfico de cajas de los valores de HSI espacial a nanoescala y meso escala. 111
Figura 21. Mapas de la calidad del hábitat espacial para el chigüiro a mesoescala. 111
Figura 22. Calidad de hábitat disponible para el chigüiro a mesoescala en Miramar en años anteriores. 115

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Cartografía base de las localidades para determinar los puntos de muestreo. 73
Anexo 2. Lista de especies potencialmente consumibles por el chigüiro. 75
Anexo 3. Estadísticos de las pruebas. 80
Anexo 4. Matrices de los resultados del Análisis de Twinspan. 84
Anexo 5. Extensión y porcentaje de área de las UEH y puntos de muestreo para Miramar para lluvia de 2015, sequía y lluvia de 2016. 94
Anexo 6. Lista de especies potencialmente consumibles por el chigüiro con su respectivo promedio de abundancia en Miramar en las tres épocas climáticas. 95
Anexo 7. Extensión y porcentaje de área de las UEH y puntos de muestreo para La Aurora. 96
Anexo 8. Lista de especies potencialmente consumibles por el chigüiro con su respectivo promedio de abundancia en Miramar y La Aurora en lluvia de 2015. 96

INTRODUCCIÓN GENERAL

Las diferentes definiciones sobre hábitat hacen referencia a los atributos físicos y biológicos del ambiente que permiten la presencia de una especie en particular. En este estudio se considera el concepto desde el planteamiento de Morrison *et al.* (2006) que señala que el hábitat es la combinación de recursos y condiciones ambientales que promueve la ocupación de individuos de una especie específica en un área determinada, permitiendo que se reproduzcan y sobrevivan. La consideración de los factores bióticos y abióticos, incorpora la relación del elemento espacio-temporal, ya que algunas especies utilizan diferencialmente las unidades de paisaje que varían en tiempo y espacio (Delfín-Alfonso *et al.* 2011).

El hábitat no sólo implica la vegetación o la estructura de la vegetación, sino también la suma de recursos específicos que requiere una especie (Hall *et al.* 1997). Los recursos básicos se dividen cuatro, según Yarrow (2009): cobertura, agua, alimento y espacio. La importancia de dichos recursos y las condiciones que usan las especies para establecerse en un área, permiten orientar mejor las actividades de manejo y conservación (Litvaitis *et al*. 2004, Morrison *et al.* 2006, Yarrow 2009). Por lo tanto, para evaluar el hábitat de una especie en particular se requiere tener conocimiento tanto de la oferta de los recursos que el hábitat ofrece como de los requisitos de vida de la especie de interés (Moen 1973, citado por Quintana 1996).

El grado de discontinuidad de un paisaje y la variación temporal de las condiciones ambientales o disponibilidad del recurso para una especie particular, determinan la heterogeneidad del hábitat (Morrison *et al.* 2006). Las condiciones ambientales abarcan la composición y estructura de la vegetación, flujos dinámicos de energía, nutrientes, recursos y fluidos (como agua y aire) (Morrison *et al.* 2006). La heterogeneidad en la distribución espacial y la accesibilidad de los recursos es reflejada en el uso heterogéneo del hábitat por parte de los animales (Bruce *et al*. 1989, Matthiopoulos 2003). La influencia de la heterogeneidad depende del grado de especialización del hábitat y del uso de ambientes intervenidos por los organismos (Morrison *et al*. 2006).

Cada especie tiene unos requerimientos específicos que permiten la permanencia de sus poblaciones. Alteraciones en dichos factores determinantes para el hábitat óptimo de una especie

podría limitar su distribución espacial y su abundancia (Gysel & Lyon 1980, Morrison *et al.* 2006). De manera que el hábitat óptimo para una especie depende de los requerimientos de ésta y varía anual o estacionalmente (Morrison *et al.* 2006). La calidad del hábitat, en términos de Hall *et al.* (1997), se puede clasificar en baja cuando los recursos son usados para la sobrevivencia; para la reproducción, es media; y alta, para el mantenimiento de las poblaciones de fauna (Hall *et al.*, 1997). Por lo tanto, la evaluación de la calidad del hábitat permite orientar posibles acciones de manejo (Litvaitis *et al*. 2004, Morrison *et al.* 2006, Yarrow 2009).

Existen diversas técnicas y métodos para la evaluación del hábitat de las especies, la más popular son los modelos de índice de idoneidad de hábitat o hábitat adecuado (HSI), ésta fue desarrollada por la U.S. Fish and Wildlife Service (1981). Estos modelos denotan la idoneidad del hábitat de una especie como la media geométrica de n variables ambientales que son consideradas como las que más afectan la presencia, distribución o abundancia (Morrison *et al.* 2006).

Las valoraciones de idoneidad obtenidas mediante este índice reflejan el potencial de un hábitat para una especie específica (Delfín-Alfonso *et al.* 2014), comparando la disponibilidad de los recursos necesarios para dicha especie. Para ello, es necesario determinar las variables que conforman el hábitat de la especie y determinar cuáles son los requerimientos más importantes para la permanencia de la especie; adicionalmente se deben tener en cuenta las presiones antrópicas o naturales en el área de evaluación.

De esta manera, los recursos relacionados con el hábitat del chigüiro, como la oferta de alimento y refugio, son importantes para la sobrevivencia, reproducción y la persistencia de las poblaciones (Hall *et al.* 1997).

Generalidades de *Hydrochoerus hydrochaeris* (Linnaeus, 1766)

Distribución geográfica

El chigüiro es el roedor actual más grande del mundo (Emmons & Feer 1997), se distribuye en la zona tropical de América del Sur, desde Panamá, cruzando las sabanas orientales de Colombia, Venezuela, Brasil Ecuador, Perú, Paraguay, Uruguay hasta el norte de Argentina (Mones & Ojasti 1986, Ojasti 1990).

Alimentación

El chigüiro presenta adaptaciones anatómicas y fisiológicas para una dieta herbívora con alta eficiencia digestiva (Forero *et al.* 2003, Corriale 2010), consume principalmente diversas especies de gramíneas, ciperáceas y plantas acuáticas (Ojasti 1997, Forero 1999). El consumo de tierra, ha sido registrado por Forero (1999) como posible fuente de sales o para neutralizar y ayudar a metabolizar toxinas presentes en las plantas consumidas.

Uso del hábitat

El chigüiro requiere de diferentes coberturas vegetales (Ojasti 1973, Quintana & Rabinovich 1993), como sabanas, pajonales, bosques de galería, esteros, fuentes hídricas y sitios con cobertura arbustiva y arbórea, las cuales utiliza de forma diferencial (Ojasti 1973, Herrera & Macdonalds 1989, Soini & Soini 1992, Clavijo 1993), para la alimentación, el refugio y la reproducción.

Las asociaciones de interfase tierra-agua (Quintana 1996), que requiere esta especie evidencia la utilización de varios tipos de hábitats cercanos a cuerpos de agua como las sabanas para el forraje, los bosques de galería para la protección, y los pajonales para ambas actividades (Quintana & Rabinovich 1993). El agua es el factor limitante para el movimiento y dispersión de los chigüiros (Ojasti 1973), debido a que estos no se alejan más de 500 metros de una fuente hídrica (Ojasti 1973, MacDonald 1981, Campos 2009).

Este caviomorfo semiacuático se encuentra adaptado de tal forma al ambiente acuático que puede permanecer varios minutos sumergido; en los cuerpos de agua desarrolla diferentes actividades que

inciden en la reproducción como la cópula y la crianza, asimismo, los utiliza para termorregularse y protegerse de los depredadores (MacDonald 1981, Ojasti 1993). La disponibilidad de los cuerpos de agua determinan el desplazamiento de las manadas (Ojasti 1991), la forma y el tamaño del área de acción (Herrera & MacDonald 1989), que varía de 5 a 16 ha (Moreira *et al.* 2013); el cual suele disminuir en época seca. Evidencia de ello, es la información obtenida por Camargo-Sanabria *et al*. (2014), en Casanare, que reportaron valores entre 5 y 7 ha en dicha época climática, de un área de acción promedio entre 18 y 21 ha.

Antecedentes

Barreto & Quintana (2013), mencionan las diferentes investigaciones sobre hábitat en Sudamérica, principalmente en humedales del Uruguay y Argentina, en cerrados del Brasil, y en sabanas inundables de Venezuela y Colombia. En este último tipo de ecosistema en Colombia, se han realizado algunas evaluaciones de poblaciones y hábitat como producto de iniciativas de conservación y uso sostenible del chigüiro (Guzmán-Lenis *et al.* (2014 ab). Con respecto a la calidad del hábitat para el chigüiro, Guzmán-Lenis *et al.* (2014b), evaluaron en lluvia de 2004 y 2005 y sequía de 2006 en dos sitios de Paz de Ariporo, Casanare (Miramar y Las Taparas), a través de un HSI, que construyeron bajo dos conceptos básicos: Hábitat y capacidad de carga. Para el primero definieron el agua, el forraje y las áreas de descanso y refugio como requerimientos del hábitat para el chigüiro. En el segundo, se plantearon en qué medida el modelo se ajusta al comportamiento de las poblaciones. Los resultados obtenidos mostraron que Taparas tuvo mayor calidad de hábitat que Miramar, así mismo, las variaciones en las categorías de calidad alta, media y baja del hábitat del chigüiro entre las épocas climáticas, se debió a los cambios en la composición del paisaje y a la disponibilidad de recursos que se ven afectados por las épocas climáticas.

Problemática y justificación

Las sabanas de la Orinoquía están situadas en la cuenca binacional del río Orinoco, que ocupa aproximadamente 900.000 km^2 (Rippstein *et al.* 2001); las cuales, según Romero-Ruiz *et al.* (2010), cubren más de 17 millones de ha. Específicamente, las sabanas de la Orinoquia colombiana, según Guzmán-Lenis *et al.* (2014), tienen gran potencialidad y alta calidad de hábitat para el chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*). Sin embargo, los requerimientos del hábitat del chigüiro como el alimento, lugares de descanso y refugio (Morrison *et al.* 2006) y las poblaciones de la especie, podrían afectarse por la transformación del paisaje producto de las diversas actividades antrópicas que se han desarrollado en los últimos años en el territorio de la Orinoquía, tales como monocultivos de arroz, palma de aceite y el establecimiento de zonas petroleras, así mismo la infraestructura vial e introducción de especies exóticas (UNAL & Corporinoquia 2015). Adicionalmente, la caza ilegal de la especie, según Bejarano *et al.* (2014), ha causado la disminución de varias poblaciones silvestres de chigüiros en Arauca y Casanare en Colombia.

Particularmente, en el municipio de Paz de Ariporo, Casanare, se han venido implementando algunos cultivos de arroz y durante la época de sequía de 2014 se presentó una alta mortandad de chigüiros (8.382 individuos), según lo reportado por la Unidad Nacional de Gestión de Riesgo en el informe "Problemática ambiental presentada en el municipio de Paz de Ariporo, departamento de Casanare-2014", de la Contraloría General de la Nación (2014). Allí se menciona que este suceso probablemente tuvo su origen en la exploración sísmica que realizan las petroleras en la zona. Aunque este tipo de actividades podrían incidir en la alteración de la dinámica hídrica y por lo tanto en el movimiento y dispersión de los chigüiros (Ojasti 1973, MacDonald 1981, Campos 2009)—, no existen a la fecha investigaciones que permitan comprender con certeza las causas de estas muertes masivas. Además, si bien para esta área de la Orinoquia colombiana se realizaron investigaciones en los años 2004 y 2006 sobre las poblaciones y el hábitat del chigüiro por Guzmán-Lenis *et al.* (2014b), cuando aún no se había establecido la industria petrolera (2007), transcurrieron nueve años sin realizar evaluaciones, lo cual impide conocer las dinámicas poblacionales y del hábitat condicionadas por el clima monomodal. De manera que para acercarse a describir o a predecir los posibles efectos de un impacto en una especie, es útil evaluar la variabilidad espacial y temporal de las variables bióticas y ambientales (Green 1979, citado por Morrison *et al*. 2006).

Por lo tanto, es fundamental realizar una nueva evaluación del hábitat del chigüiro para registrar y entender la dinámica de las sabanas sobre la calidad del hábitat y contribuir a generar información base que posteriormente aporte a las acciones de manejo y aprovechamiento sostenible de esta especie en la Orinoquia colombiana. Se plantearon las siguientes preguntas de investigación:

¿Cuáles son las diferencias y similitudes que presentan las características del hábitat para el chigüiro entre dos sabanas del Casanare?
¿Cómo cambia la calidad del hábitat del chigüiro en el tiempo?
¿Los sitios evaluados en el Casanare cubren todos los requerimientos del hábitat para el chigüiro?

Objetivos

Objetivo general

Evaluar los cambios espaciales y temporales en la calidad del hábitat del chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*) en sabanas inundables del Casanare.

Objetivos específicos

- Caracterizar el hábitat de *Hydrochoerus hydrochaeris* espacial y temporalmente.
- Cuantificar la calidad del hábitat del chigüiro en dos sabanas inundables del Casanare, en el período climático de lluvias.
- Comparar temporalmente la calidad del hábitat del chigüiro.

El desarrollo de los objetivos de esta investigación se presenta en dos capítulos. El primero aborda la caracterización espacial y temporal del hábitat del chigüiro con el fin de identificar y diferenciar la variabilidad del hábitat de los dos sitios de estudio y el cambio en las épocas climáticas. En el segundo capítulo se presentan las calificaciones de la calidad del hábitat en dos sitios de las sabanas inundables del Casanare y las variaciones de las calidades en diferentes períodos climáticos. Finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones generales del estudio.

Área de estudio

Esta investigación se desarrolló en dos hatos ganaderos, Miramar (vereda Normandía) y La Aurora (vereda Matapalito). Los cuales se encuentran localizados al noreste del departamento del Casanare y pertenecen a los municipios de Paz de Ariporo y Hato Corozal, respectivamente (Figura 1). Fisiográficamente el área hace parte de las sabanas inundables del noroccidente de la Orinoquia colombiana, del tipo de llanura aluvial de desborde. La ventana o cuadrante de muestreo del hato Miramar en Casanare fue sitio de estudio para la evaluación de la calidad del hábitat y las poblaciones de chigüiro en el año 2004, 2005 y 2006. Este hato presenta zonas de préstamo y terraplén como consecuencia de la actividad petrolera, adicionalmente, hay equinos y cerdos asilvestrados. Por otra parte, en el hato La Aurora, que hace parte de la Red de Reservas Naturales de la Sociedad Civil, se encuentran pastos introducidos y un área mayor de bosques secundarios en proceso de regeneración, además de búfalos, jaguares y pumas.

El área de estudio presenta una precipitación promedio anual de 2100 a 2600 mm y una temperatura promedio anual de 27 °C (Sarmiento Pinzón 2011). La región presenta dos temporadas climáticas muy marcadas, una época de sequía entre los meses de noviembre a marzo y una época de lluvias e inundaciones entre los meses de abril a octubre, ambas con aproximadamente un mes de transición.

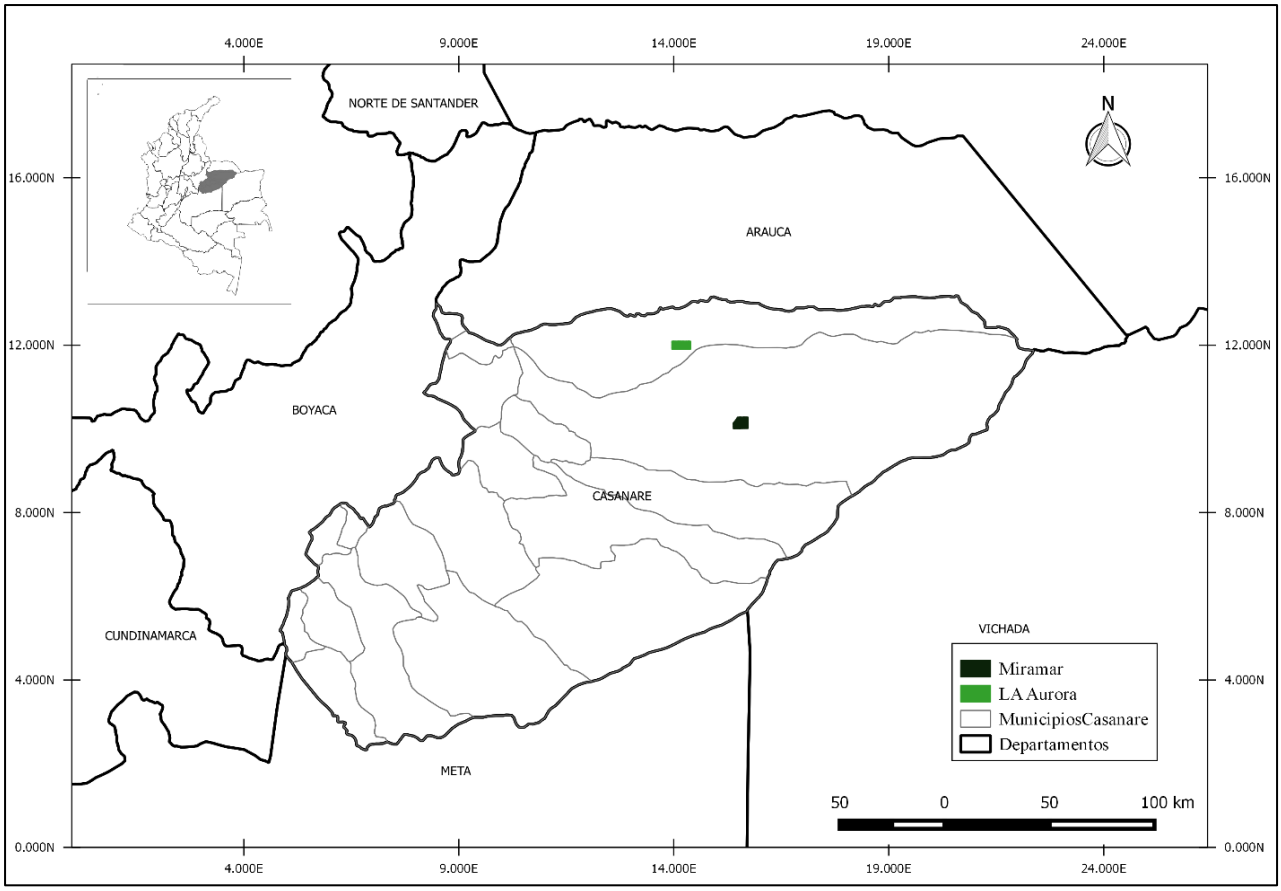


Figura 1. Ubicación del área de estudio para la evaluación de hábitat del chigüiro (*H. hydrochaeris*) en dos sitios de las sabanas inundables del Casanare, Colombia.

Referencias bibliográficas

Bejarano M., P., Rodríguez, M., & Vélez Á., N. (2014). Estructura y productividad de las poblaciones silvestres de chigüiro (Hydrochoerus hydrochaeris) en tres municipios del departamento de Casanare-Colombia. En H. López-Arévalo, P. Sánchez- Palomino, & O. Montenegro (Eds.), El Chigüiro *Hydrochoerus hydrochaeris* en la Orinoquía colombiana: ecología, manejo sostenible y conservación. Bogotá: Biblioteca José Jerónimo Triana No. 25. Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia.

Barreto, G.R. & Quintana, R.D. (2013). Foraging strategies and feeding habits of capybaras. In *Capybara. Biology, use and conservation of an exceptional neotropical species*. (pp. 83-96). New York: Springer.

Bruce, T. M., Johnston, K. M. & Forman, R. T. T. (1989). Scale-dependent proximity of wildlife habitat in a spatially-neutral Bayesian model. Landscape Ecology, 2(2): 101-l 10.

Camargo-Sanabria, A. A., L. E. Pardo, H. F. López -Arévalo, O. L. Montenegro, P. Sánchez-Palomino & C. I. Caro. (2014). Área de acción y movimientos del chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*) en el municipio de Paz de Ariporo, Casanare, Colombia: Algunas consideraciones para su manejo. Pp. 293-310, en López-Arévalo, H. F., P. Sánchez-Palomino & O. L. Montenegro (eds.). El chigüiro *Hydrochoerus hydrochaeris* en la Orinoquía Colombiana: Ecología, manejo sostenible y conservación. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

Campos-Krauer, J. M. (2009). *Landscape ecology of the capybara (Hydrochoerus hydrochaeris) in the chaco region of Paraguay*. Thesis Doctor of philosophy. Division of Biology. College of Arts and Sciences. Kansas State University.

Clavijo, J. J. (1993). Aspectos de la biología y el manejo de los chigüiros en Colombia. Pp. 21-65, en Manejo de fauna silvestre acuática y actualización en zoocría. Memorias.

Corriale, M. J. (2010). *Uso y selección de hábitat del carpincho (Hydrochoerus hydrochaeris) a distintas escalas espacio-temporales en los Esteros del Iberá, Corrientes, Argentina*. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires.

Delfín-Alfonso, C., S. A. Gallina & C. López-González. 2011. El hábitat: definición, dimensiones y escalas de evaluación para la fauna silvestre. Capítulo 13 Pp. 317-350, En S. Gallina & C. López-González (eds.). Manual de técnicas para el estudio de la fauna. Volumen I. Universidad Autónoma de Querétaro-Instituto de Ecología, A. C. Querétaro, México. 377 pp. Libro electrónico en CD, ISBN: 978-607-7740-98-8.

Emmons, L. & Feer, F. 1997. Neotropical rainforest mammals: A field guide. 2.ed. Chicago, University of Chicago Press.

Forero, J. (1999). Dieta alimentaria del chigüiro (*Hydrochaeris hydrochaeris*) en Caño Limón, Arauca, Colombia Tesis Biología. Universidad de los Andes. Bogotá.

Forero-Montaña, J., Betancur, J., & Cavelier, J. (2003). Dieta del capibara *Hydrochaeris hydrochaeris* (Rodentia: Hydrochaeridae) en Caño Limón, Arauca, Colombia. *Revista de Biología Tropical*, *51*(2), 579–590.

Guzmán-Lenis, A. R., A. A. Maldonado-Chaparro, H. F. López-Arévalo, P. Sánchez-Palomino, O. L. Montenegro & M. A. Torres. (2014a). Calidad de hábitat disponible para el chigüiro en las sabanas inundables de la Orinoquía: Propuesta metodológica. En *El chigüiro Hydrochoerus*

hydrochaeris en la Orinoquía Colombiana: Ecología, manejo sostenible y conservación. (pp. 59-75). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

Guzmán-Lenis, A. R., A. A. Maldonado-Chaparro, H. F. López-Arévalo, P. Sánchez-Palomino, O. L. Montenegro & M. A. Torres. (2014b). Evaluación de la calidad del hábitat disponible para el chigüiro en el municipio de Paz de Ariporo, Casanare. En *El chigüiro Hydrochoerus hydrochaeris en la Orinoquía Colombiana: Ecología, manejo sostenible y conservación*. (pp. 77-101). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

Gysel, L. W. & L. J. Lyon. (1980). Análisis y evaluación de hábitat. En: *Manual de técnicas de gestión de vida silvestre.* (pp. 321-344). Estados Unidos de América: Wildlife Society, Maryland.

Hall, L.S., Krausman, P.R., Morrison, M.L. (1997). The habitat concept and a plea for standard terminology. *Wildlife Society Bulletin*, 25(1), 173-182.

Herrera, E. A., & Macdonald, D. W. (1989). Resource utilization and territoriality in group-living capybaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*). *Journal of Animal Ecology*, *58*(2), 667–679.

Litvaitis, J.A., K. Titus & E.M. Anderson. (1994). Measuring vertebrate use of terrestrial habitats and foods. Pages 254–271 in T.A. Bookhout [ED.], Research and management techniques for wildlife and habitats. The Wildlife Society, Bethesda, MD U.S.A.

Macdonald, D.W. (1981). Dwindling resources and the social behaviour of capybaras, (*Hydrochoerus hydrochaeris*) (Mammalia). J Zool 194:371–391.

Matthiopoulos, J. 2003. The use of space by animals as a function of accessibility and preference. Ecological Modelling. 159: 239–268.

Moreira, J.R., K. M. Ferraz, E. A. Herrera & D. W. Macdonald (eds). (2013). Capybara, Biology, Use and Conservation of an Exceptional Neotropical Species. Springer Science, Nueva York.

Morrison, M. L., Marcot, B.G., Mannam, W. M. (2006). *Wildlife habitat relationships: concepts and applications.* Third Edition. United States of America: Island Press.

Mones, A. & Ojasti, J. (1986). *Hydrochoerus hydrochaeris*. Mammalian Species, 264: 1-7.

Ojasti, J. (1973). E*studio biológico del chigüire o capibara*. Caracas: Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuaria. Editorial Sucre.

Ojasti, J. (1997). Explotación humana de capibaras. Pp 280-301, En: Uso y Conservación de la Vida Silvestre Neotropical (Robinson JG y KH Redford, eds.). Editorial Fondo de la Cultura Económica, México D.F., México.

Ojasti, J. (1990). Las comunidades de mamíferos en sabanas neotropicales, En: Sarmiento, G. (ed.), Las sabanas americanas. Aspectos de su biogeografía, ecología y utilización. CIELAT, pp. 259-293.

Ojasti, J. (1991). Human exploitation of capybara. In: Robinson, J.G. & Redford, K.H. (Eds.). Neotropical wildlife use and con- servation. Illinois, University of Chicago Press. p. 236-252.

Ojasti, J. (1993). Utilización de la fauna silvestre en América Latina: Situación y perspectivas para un manejo sostenible. Roma, FAO. (Guía FAO de Conservación 25).

Quintana, R.D. & Rabinovich, J. (1993). Assessment of capybara (*Hydrochaerus hydrochaeris*) populations in the wetlands of Corrientes Argentina Wetlands. *Ecology and Management*, 2(4), 223-230.

Quintana, R.D. (1996). *Análisis y evaluación de la aptitud de hábitat del carpincho (Hydrochaeris hydrochaeris) en relación con la heterogeneidad del paisaje y las interacciones con ganado doméstico*. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires.

Rippstein, G. Allard, J., Corbin, G. Escobar & R. Serna. (2001). Productividad de pasturas nativas y diferentes modelos de manejo en los Llanos Orientales. Pp. 186-197, en Rippstein, G., G. Escobar & F. Motta (eds.). Agroecología y biodiversidad de las sabanas en los Llanos Orientales de Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali.

Romero-Ruiz, M., Etter, a., Sarmiento, a., & Tansey, K. (2010). Spatial and temporal variability of fires in relation to ecosystems, land tenure and rainfall in savannas of northern South America. Global Change Biol, 16(7), 2013–2023. https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2009.02081.x

Sarmiento Pinzón, C.E. (2011). Implicaciones de la resolución espacial sobre la estimación de modelos de *distribución, evaluación de hábitat y cuotas de aprovechamiento del chiguiro (Hydrochaerus* hydrochaeris), en las sabanas inundables de la Orinoquía Colombiana. Tesis de Maestría en Ciencias-Biología. Universidad Nacional de Colombia.

Soini, P. & M. Soini. (1992). Ecología del roncoso o capybara (*Hydrochaeris hydrochaeris*) en la Reserva Nacional Pacaya-Samiria, Perú. Folia Amazónica 4(2):119-133.

UNAL-Universidad Nacional de Colombia & CORPORINOQUIA. (2015). Estado actual de las poblaciones de Chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*) y su hábitat bajo escenario de intervención antrópica y cambio climático, en el departamento de Arauca y Casanare en

jurisdicción de Corporinoquia. Convenio interadministrativo 200-15-15-022. Informe final. Bogotá.

U.S. Fish and Wildlife Service. (1981). Standards for the development of habitat suitability index models (103 EMS). U.S. Dep. Inter. Fish and Wildl. Serv., Div. Ecol. Serv., Washington, D.C. 162pp.

Yarrow, G. (2009). Habitat Requirements of Wildlife: Food, Water, Cover and Space. *Forestry and Natural Resourses. Fact Sheet*, (14), 1-5.

Capítulo 1. CARACTERIZACIÓN ESPACIO TEMPORAL DEL HÁBITAT DEL CHIGÜIRO *Hydrochoerus hydrochaeris* EN LAS SABANAS INUNDABLES DEL CASANARE

Resumen

Se caracterizó el hábitat para el chigüiro *Hydrochoerus hydrochaeris* espacialmente en una localidad en épocas climáticas contrastantes, y temporalmente, en dos localidades del departamento del Casanare. Se evaluó la riqueza y abundancia de herbáceas y rasantes y se determinaron las de alimento potencial para la especie. Se evaluó el refugio en términos de cobertura climática y de escape, también la disponibilidad de cuerpos de agua temporales y permanentes y se reclasificaron las Unidades de Evaluación de Hábitat (UEH) o coberturas vegetales. En la caracterización temporal en Miramar se registraron 183 especies de plantas, de las cuales 22 hacen parte del alimento potencial del chigüiro, de éstas, seis estuvieron disponibles en los tres muestreos. La riqueza y abundancia de alimento potencial fue mayor en lluvias de 2016 y 2015, respectivamente; mientras que la menor oferta se presentó en sequía de 2016. El mayor refugio se presentó en lluvia de 2015 y el menor en sequía de 2016. En Miramar, en época de sequía disminuyó la superficie de esteros y por lo tanto, cambió la composición vegetal presente en éstos. En la caracterización espacial realizada en lluvia de 2015, en La Aurora el área de las sabanas fue menor que la registrada en Miramar, sin embargo, la diversidad florística, la riqueza y abundancia de herbáceas y rasantes, así como la disponibilidad de dieta potencial y la cobertura de escape fueron mayores. Miramar obtuvo los mayores valores promedios de cobertura climática y la mayor disponibilidad de agua que en La Aurora. Espacial y temporalmente, el alimento potencial estuvo representado principalmente por las familias Poaceae y Cyperaceae, además, los mayores valores promedios de alimento y refugio, los proporcionaron diferentes UEH. Los requerimientos del hábitat del chigüiro se encuentran en un paisaje heterogéneo como consecuencia de la influencia del pulso de las inundaciones de las sabanas y de las actividades antrópicas sobre la oferta de recursos.

Palabras claves: Agua, alimentación, caracterización, hábitat, refugio, sabanas.

Introducción

Aunque la combinación de los recursos y las condiciones ambientales en un área determinada para una especie específica permite describir su hábitat, es necesario determinar las características más importantes para el animal en términos de sobrevivencia y éxito reproductivo (*fitness*) (Morrison *et al.* 2006), porque aquello que puede constituir hábitat para unas especies puede ser una barrera para otras. De manera que cada especie tiene unos requerimientos específicos que permiten la permanencia de sus poblaciones (Morrison *et al.* 2006).

La heterogeneidad espacial y temporal de los recursos suele condicionar las dinámicas poblacionales, los sistemas de reproducción, las actividades diarias, los aspectos comportamentales y los patrones de movimiento (Halle 2000, Morrison *et al*. 2006). Por otro lado, las alteraciones en los factores determinantes para el hábitat óptimo de una especie pueden limitar su distribución espacial y su tamaño poblacional (Gysel & Lyon 1980, Morrison *et al.* 2006).

El chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*) es un roedor semiacuático, con hábitos herbívoros que requiere de los siguientes factores determinantes del hábitat: Cuerpos de agua para la reproducción, protección y termorregulación; sitios para el forrajeo o alimento, protección climática y refugio contra depredadores (Ojasti & Sosa Burgos 1985, Quintana 1999, Bolkovic *et al.* 2006). La prevalescencia de las poblaciones de chigüiro está determinada principalmente por los cuerpos de agua y la vegetación asociada (MacDonald 1981) dentro de una interfase de tierra-agua. De manera tal que la heterogeneidad del hábitat para esta especie influye en el patrón de distribución agregado de la población (Maldonado-Chaparro & Sánchez-Palomino 2010), en su estructura social (Ojasti 1973, Corriale 2010), y en los hábitos de desplazamiento (Arteaga & Jorgenson 2007).

El hábitat del chigüiro en las sabanas del Casanare varía de manera estacional (Mesa-González & López-Arévalo 2014, Sarmiento-Pinzón & Montenegro 2014) con respecto a la disponibilidad o escasez de los recursos requeridos por la especie, debido principalmente a la dinámica de inundación de las sabanas como respuesta a la temporalidad climática presente en el año (época de lluvia y sequía) (Guzmán-Lenis *et al.* 2014; UNAL & Corporinoquia 2015). Adicionalmente, la disponibilidad de los recursos del hábitat para el chigüiro podría verse alterada por actividades antrópicas como la intensificación y extensión de sistemas de producción ganadera y agrícola, y

por la explotación de hidrocarburos, lo cual podrían incrementar o disminuir el tamaño poblacional y su rango de distribución (Cuarón 2000, Acevedo & Delibes-Mateos 2013).

Gracias al interés que ha suscitado esta especie para su aprovechamiento sostenible diversas instituciones realizaron investigaciones poblacionales y de la calidad del hábitat del chigüiro en las sabanas inundables de la Orinoquia colombiana, en 2004 y 2006 (Atuesta *et al.* 2014, Guzmán-Lenis *et al.* 2014a,b). Sin embargo, no existen evaluaciones posteriores que permitan entender las dinámicas poblacionales y del hábitat del chigüiro. La necesidad de monitorear estos componentes generaría información más robusta que aporte a acciones de manejo y aprovechamiento sostenible de esta especie en la región.

El presente trabajo se realizó con el objeto de describir y comparar las características espaciales y temporales del hábitat para el chigüiro en sabanas inundables del Casanare, lo cual contribuirá a la posterior evaluación de la calidad del hábitat de este mamífero.

Materiales y métodos

Área de estudio

El desarrollo de la investigación se realizó en dos localidades del departamento del Casanare. En cada sitio se establecieron puntos de muestreo, por lo tanto la escala a la que se realizaron las evaluaciones para la caracterización del hábitat corresponde a 1:1, escala real o nanoescala.

Miramar

Se realizaron tres salidas de campo al hato Miramar, municipio de Paz de Ariporo, Casanare. La primera salida de campo se llevó a cabo entre el 15 al 24 de octubre de 2015 (final de la época de lluvias), la segunda, entre el 29 de marzo al 3 de abril de 2016 (final de la época seca), y la tercera, entre el 25 de julio y 2 de agosto de 2016 (época de lluvias). En cada muestreo se realizó la evaluación de hábitat en 28 puntos de muestreo (Figura 2) conforme a la proporción del área de las UEH (Unidades de Evaluación de Hábitat) determinadas por UNAL & Corporinoquia (2015), dentro de una ventana de estudio o cuadrante de muestreo con una extensión de 3756,49 ha (xMín,yMín: 993202.38,1117994.87; xMáx,yMáx: 1000402.39,1123594.87; Datum: Magna-

Sirgas/Colombia East Central zone). Para la evaluación de la vegetación, se evaluaron 22 puntos de muestreo en lluvia de 2015 y 23 puntos en sequía y lluvia de 2016.

La Aurora

En La Aurora, municipio de Hato Corozal, Casanare, la salida de campo se realizó del 3 al 14 de noviembre de 2015 (final de la época de lluvias). Se establecieron 30 puntos de muestreo (Figura 3) de acuerdo al área de las UEH determinadas por UNAL & Corporinoquia (2015), al interior de un cuadrante con una extensión de 3680 ha (xMín,yMín: 963719.77,1156935.76; xMáx,yMáx: 973074.88,1160985.81; Datum: Magna-Sirgas/Colombia East Central zone). La evaluación de la vegetación, se realizó en 21 puntos de muestreo.

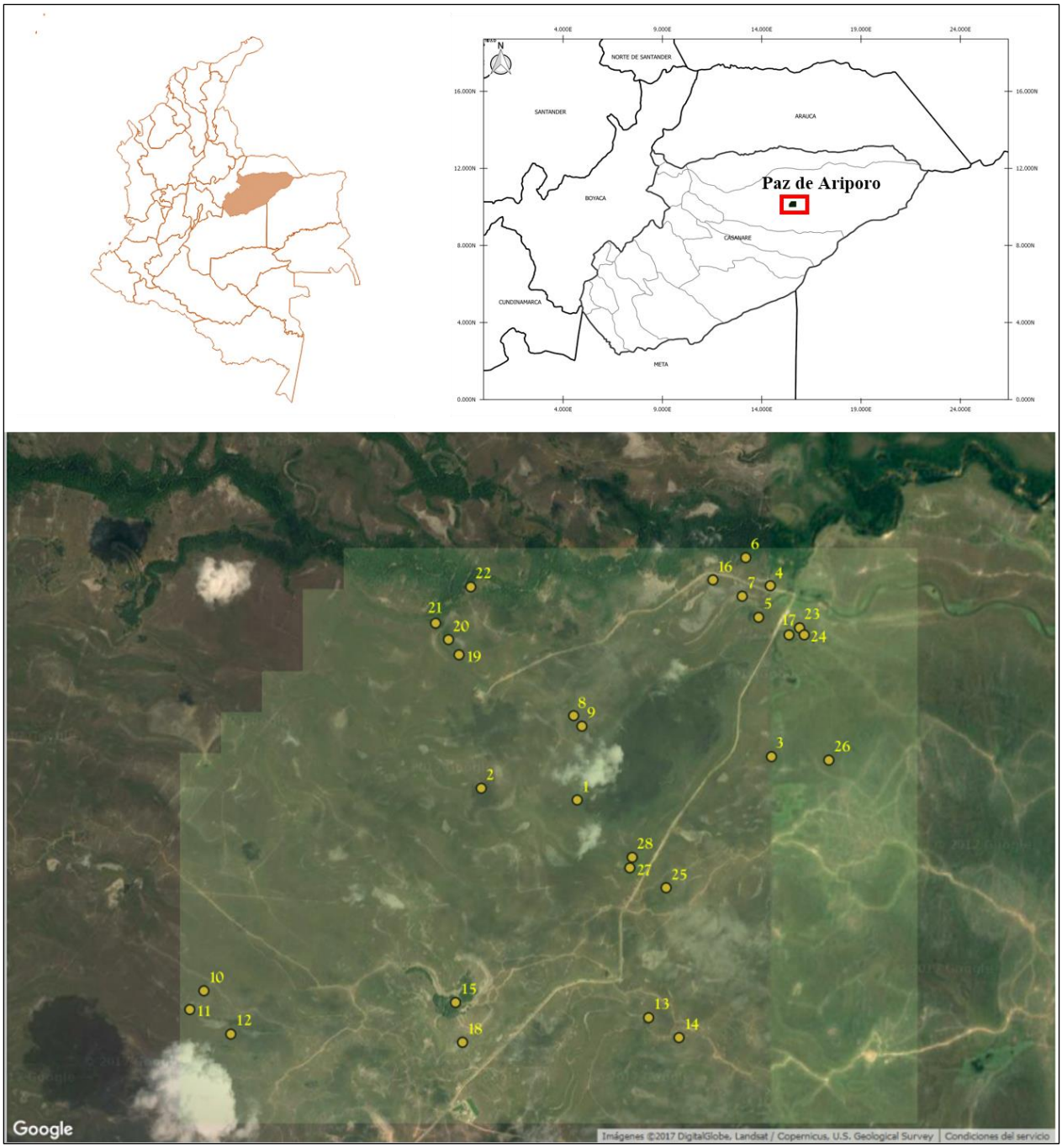


Figura 2. Localización geográfica del hato Miramar, municipio de Paz de Ariporo, Casanare, Colombia.

Se muestran los puntos de muestreo (círculos amarillos) para la evaluación de hábitat del chigüiro (*H. hydrochaeris*) dentro de la ventana de estudio (recuadro verde claro).

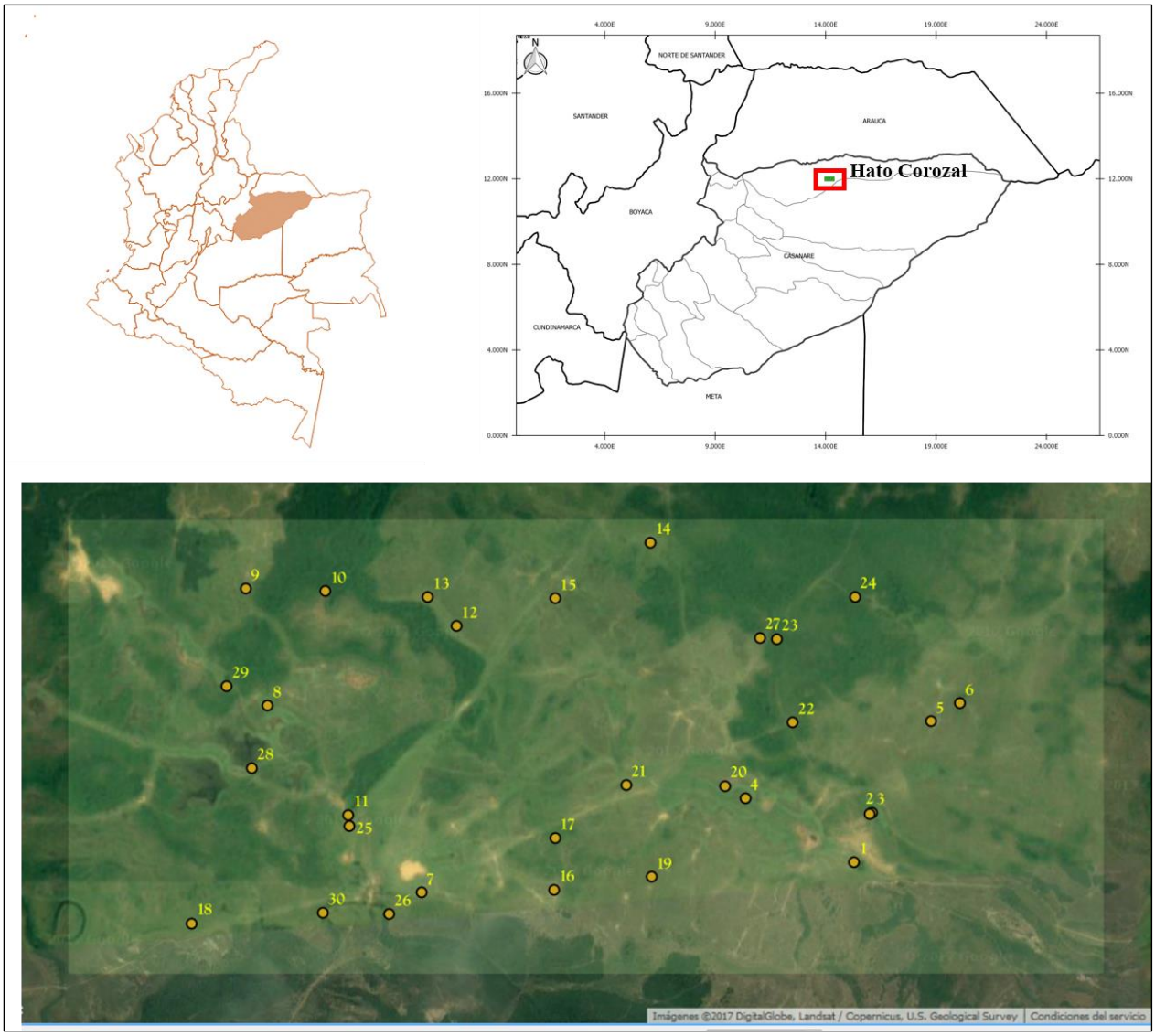


Figura 3. Localización geográfica del hato La Aurora, municipio de Hato Corozal, Casanare, Colombia.

Se muestran los puntos de muestreo (círculos amarillos) para la evaluación de hábitat del chigüiro (*H. hydrochaeris*) dentro de la ventana de estudio (rectángulo verde claro).

Caracterización del hábitat

Se clasificaron las Unidades de Evaluación de Hábitat (UEH) que de acuerdo con Guzmán-Lenis *et al*. (2014b) corresponden a un tipo de cobertura vegetal. La evaluación de los requerimientos de vida del chigüiro se realizó a dos escalas. A nanoescala o escala real (1:1) se estimaron cuatro variables, dos de alimento, riqueza y abundancia de especies herbáceas y rasantes potencialmente

consumibles, y dos variables para el refugio, cobertura climática y cobertura de escape. A mesoescala o ventana de estudio, se calculó la disponibilidad de agua.

Las evaluaciones a nanoescala se realizaron en cada uno de los puntos de muestreo, los cuales comprendían tres transectos de 50 m de longitud dirigidos a 0º, 120º y 240º de azimut (Figura 4). En las unidades de hábitat de bosque de galería y mata de monte se utilizó la misma cantidad de transectos pero variando el azimut con el objetivo de no salirse de los fragmentos. Los puntos de muestreo fueron determinados siguiendo la técnica de muestreo estratificado, que consiste en asignar la cantidad de puntos de acuerdo al área de las Unidades de Evaluación de Hábitat (UEH) o coberturas definidas (Guzmán-Lenis 2006, Guzmán-Lenis *et al.* 2014a), a partir de la fotointerpretación de imágenes satelitales realizada en UNAL & Corporinoquia (2015) (Anexo 1).

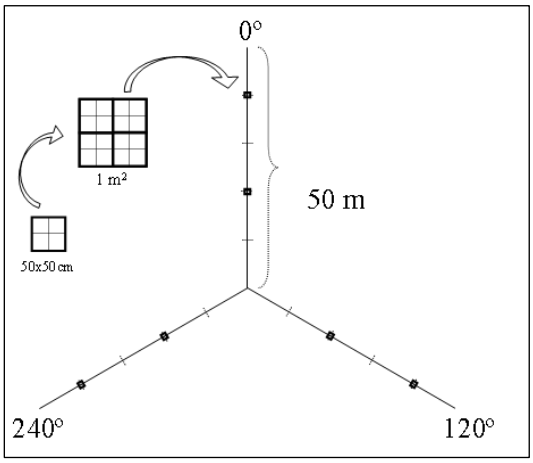


Figura 4. Establecimiento de los transectos para la evaluación del hábitat. Los recuadros de la izquierda representan los cuadrantes para la evaluación de la diversidad florística de herbáceas y rasantes. Tomado de López-Arévalo *et al*. 2016.

Clasificación de las Unidades de Evaluación de Hábitat (UEH)

Se realizó una reclasificación de las coberturas o UEH de los puntos de muestreo (nanoescala) y de la ventana de evaluación (mesoescala), diferente a las definidas por Guzmán Lenis (2006), Guzmán Lenis *et al.* (2014a), porque no correspondían a una clasificación sistemática de la composición de las sabanas. Por ello, se hizo un análisis de agrupación de la composición florística de herbáceas y rasantes a partir del registro de este tipo de plantas para evaluar el requerimiento de

alimento para el chigüiro. De manera que se empleó el índice de valor de importancia relativo (IVI), el cual resulta de la suma de las frecuencias y abundancias relativas por cada especie, mediante el Análisis de especies indicadoras de dos vías, Twinspan (Two-way Indicator Species Analyses) (Hill 1979), a través del programa WinTWINS. Éste es un método multivariante de clasificación que utiliza el algoritmo de promedios recíprocos o el algoritmo de correspondencia automatizada y el método divisorio (índices de disimilaridad), en donde las diferencias grandes se enfatizan sobre las pequeñas. De manera que no solo clasifica los puntos de muestreo sino que también construye una tabla bidireccional ordenada a partir de una matriz de sitios por especies (Jongman *et al*. 1995). Posteriormente se hizo el reordenamiento manual de las especies florísticas a partir de la clasificación de las sabanas de los llanos de Colombia propuesta por Blydenstein (1967), agrupándolas de acuerdo a la composición florística y al gradiente de humedad. Posteriormente se generó una mapa de UEH o coberturas a mesoescala o escala local, para las dos localidades a través de un sistema de información geográfico empleando el programa QGIS v.2.8.2, con base en el mapa temático generado por UNAL & Corporinoquia (2015) —que tiene otro tipo de categorías—, las verificaciones en campo, los resultados de las agrupaciones florísticas (para la reclasificación de los puntos de muestreo) y el uso de imágenes satelitales (ASTER AST_L1T: octubre 20 de 2015 (La Aurora), marzo 5 de 2016 (Miramar) y Landsat 8: julio 21 de 2015, junio 21 de 2016).

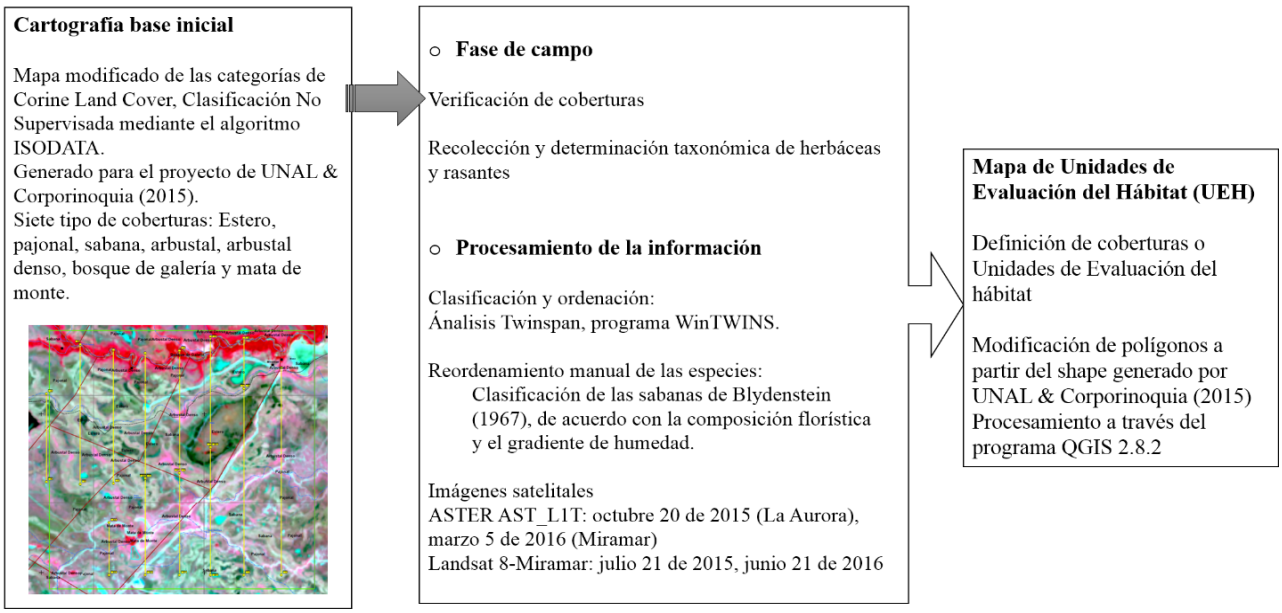


Figura 5. Esquema metodológico para la clasificación de las Unidades de Evaluación de Hábitat (UEH).

Diversidad florística de herbáceas y rasantes

Se registraron las especies vegetales en un metro cuadrado a una distancia de 20 y 40 metros en cada uno de los tres transectos, para un total de 6m^2 de evaluación. Se ubicaron cuatro cuadrículas horizontalmente sobre el suelo, para registrar todas las morfoespecies encontradas y su ocupación dentro del área de muestreo (Figura 4). Una cuadrícula correspondió a un cuadrado armable de tubo de PVC de 50x50 cm subdividido en cuatro cuadros de 25x25 cm, los cuales se denominaron subcuadrantes (Figura 4).

Los ejemplares botánicos recolectados fueron prensados, preservados en alcohol al 70% y secados en horno para su posterior determinación. Para la identificación taxonómica se hizo comparación directa con ejemplares del Herbario Nacional Colombiano (COL) y con ejemplares determinados en la investigación de UNAL & Corporinoquia (2015), también se recurrió al apoyo de catálogos, listados de especies, recursos virtuales (FieldMuseum.org, Kew.org, ThePlantList.org, Tropicos.org) y la colaboración de botánicos. Los ejemplares con sus respectivas etiquetas fueron depositados en el Herbario Nacional Colombiano (COL) y en el Herbario HMF del Instituto Humboldt.

Clasificación de la vegetación de herbáceas y rasantes

Los diferentes tipos de vegetación fueron determinados mediante un análisis de conglomerados jerárquicos aglomerativos que permite determinar conjuntos (Bocard *et al.* 2011), utilizando el método UPGMA y la medida de distancia de Bray-Curtis (Bray & Curtis 1957). Para ello se emplearon los datos de abundancia de las especies vegetales herbáceas y rasantes por cada uno de los puntos de muestreo. El porcentaje de réplicas que soporta cada nodo se representaron en un dendrograma. Los análisis se realizaron en el programa RStudio de R, versión 2.1.5.3 (RStudio, Inc. 2009-2015 www.rstudio.org).

Alimento potencial

Una vez determinadas taxonómicamente las muestras botánicas (ver apartado de Diversidad florística) se determinó la riqueza y abundancia de especies potencialmente consumibles por el chigüiro, teniendo como referencia la lista compilada por Guzmán-Lenis (2006) y actualizada por UNAL & Corporinoquia (2015) (Anexo 2).

Refugio

Cobertura de escape

De acuerdo con Guzmán-Lenis (2006), la cobertura de escape hace referencia a la protección visual ofrecida por la vegetación para que los chigüiros puedan esconderse o refugiarse de los depredadores y cazadores. La obstrucción visual se evaluó con una tabla de madera de 1 m de altura dividida en cinco fracciones de 20 cm y enumeradas del 1 al 5, dicha herramienta se localizó a 10 y 20 metros en línea perpendicular a los 20 y 40 metros de cada transecto, en donde el observador registra los números que visualiza a una altura de un metro (Figura 6). De manera que si se visualizaban todos los números, la sumatoria corresponde a quince y por lo tanto la cobertura de escape fue nula y si por el contrario no se visualiza ningún número la cobertura es completa (Guzmán-Lenis *et al.* 2014a).

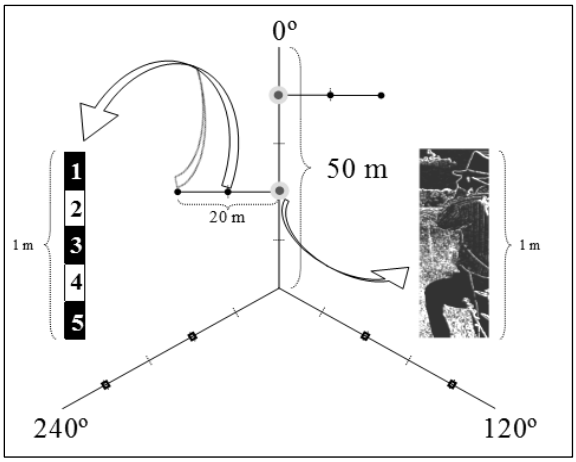


Figura 6. Medición de la cobertura de escape para el chigüiro. Tomado de López-Arévalo *et al*. 2016.

Cobertura climática

Denominada cobertura térmica por Gysel & Lyon (1989), es la protección que ofrece la vegetación para reducir los efectos de la temperatura del ambiente. Esta variable se midió de tres maneras diferentes, dependiendo del tipo de unidad de hábitat a evaluar, aunque en las sabanas, los bosques de galería y las matas de monte se hicieron mediciones cada 10 m a lo largo de cada una de las tres líneas de 50 m, para un total de 15 mediciones (cinco por línea).

En las sabanas con plantas herbáceas mayores o iguales a 1 m de altura se estimó el porcentaje de ocupación de éstas en 1 m^2, empleando la cuadrícula con la que se realizó la evaluación de la diversidad florística (Figura 4), a una altura de un metro en forma horizontal. En los bosques de galería y las matas de monte, se estimó el porcentaje de la cobertura del dosel con un densitómetro esférico artesanal (Figura 4). Por otra parte, la cobertura climática de sabanas húmedas o inundables con arbustos o arbustos densos, fue evaluada con el método del cuadrante errante (Catana 1963, modificado por Rudas-Lleras 2015), el cual consiste en establecer un azimut fijo en el que se registra dentro de un ángulo de inclusión de 90º la distancia al arbusto o árbol más cercano y los diámetros de copa para 30 individuos, cambiando el azimut cada 10 individuos evaluados (Figura 7).

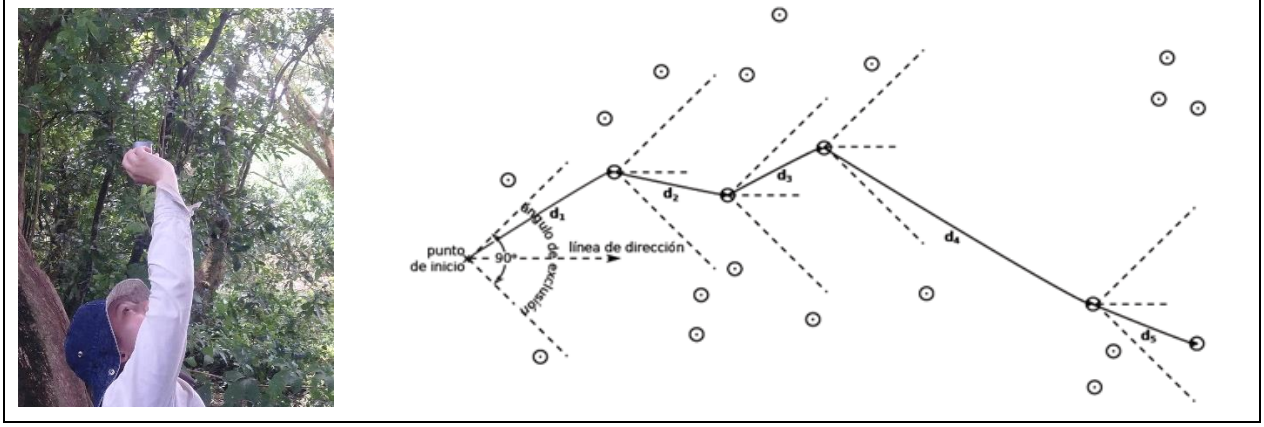


Figura 7. Medición de la cobertura climática. a) Cobertura del dosel en bosque de galería y mata de monte. b) Esquema del método del cuadrante errante (tomado de Rudas-Lleras 2015) evaluado en sabana húmeda e inundable con arbustos o arbustos densos. Los círculos corresponden a los individuos arbustivos o arbóreos. Tomado de López-Arévalo et al. 2016.

Disponibilidad de agua

Una vez generados los mapas de las Unidades de Evaluación del Hábitat (UEH), a mesoescala o escala local, se calcularon las superficies de los polígonos correspondientes a cuerpos de agua (área) y las longitudes de los caños presentes en la ventana de estudio de las dos localidades. Los caños fueron definidos a partir de la red hidrográfica del Casanare generada por el IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi) y disponible en archivo shape de manera gratuita desde la página web. Los análisis espaciales se llevaron a cabo con el programa QGIS v.2.8.2. En el caso del hato Miramar se contó con imágenes satelitales de tres fechas diferentes acordes a las épocas climáticas evaluadas para estimar la variación de los cuerpos de agua.

Análisis de los datos

Para la clasificación de la vegetación se utilizaron los métodos de agrupamiento single-linkage, complete-linkage, UPGMA (Unweighted pair-group arithmetic averages) y varianza mínima de Ward, de acuerdo con lo propuesto por Bocard *et al.* 2011). Se siguió el procedimiento descrito por Bocard *et al.* (2011), se empleó la paquetería ade4, vegan, gclus, stats, ape, RColrBrewer, labdsv, mvpart y MVPARTwrap en el programa RStudio de R versión 2.1.5.3 (RStudio, Inc. 2009-2015 www.rstudio.org). Se estimaron correlaciones cofenéticas e índices de distancia Gower. Para

identificar el número óptimo de clústers (k-groups), se decidió el nivel de corte del dendrograma mediante la graficación de los niveles de fusión para cada uno de los métodos de agrupamiento. Se exploraron los gráficos de amplitud como una medida del grado de pertenencia de cada uno de los transectos a sus respectivos clústers (función silhouette de la paquetería *cluster*). Y para revisar las especies contenidas en cada cluster de acuerdo al grupo de pertenencia, se utilizó la función *vegemite* de la paquetería *vegan*.

Para el análisis estadístico de los datos se empleó el programa Statgraphics Centurion XV (Versión 16.2.04), con un nivel de significación para todas las comparaciones de $p<0,05$. Se evaluaron los supuestos de normalidad de los datos utilizando el test de Shapiro-Wilk para evaluar las hipótesis de homogeneidad y homocedasticidad de la muestra, y las pruebas de bondad de ajuste de Kolmogorov-Smirnov. Se realizó un análisis de varianza de una vía (ANDEVA) para cuantificar la variación de las diferentes variables de vegetación, alimento disponible y refugio (variables dependientes) entre los tres muestreos (factores) en Miramar y entre las dos localidades (factores). Para detectar las diferencias estadísticamente significativas entre las variables y las UEH en cada localidad, entre las variables y los períodos climáticos, y entre las variables y las localidades se empleó la prueba de Levene's, LSD de Fisher y cuando algunas de las variables no cumplieron con los supuestos de normalidad se emplearon ANDEVAs no paramétricos de Kruskal-Wallis.

Los datos de las variables de riqueza vegetal en los tres muestreos en Miramar provienen de una distribución normal, al igual que la abundancia vegetal en sequía de 2016, con la prueba de Shapiro-Wilks (Anexo 3). Así mismo, se comprobó la normalidad de los datos de la abundancia vegetal en la época de lluvia de 2015 y sequía de 2016, al igual que la riqueza de alimento potencial en lluvia de 2016 y la abundancia de alimento potencial y la cobertura de escape en los tres muestreos, con la prueba de Kolmogorov-Smirnov (Anexo 3).

En La Aurora, la riqueza y la abundancia vegetal y de alimento potencial y la cobertura de escape cumplen con el supuesto de normalidad con la prueba de Kolmogorov-Smirnov; mientras que la cobertura climática no cumple con el supuesto de normalidad de los datos (Anexo 3).

Resultados

Caracterización temporal del hábitat

Hato Miramar

Clasificación de las Unidades de Evaluación de Hábitat (UEH)

Teniendo en cuenta los resultados de Twinspan (anexo 4) y la clasificación de Blydenstein (1967) se definieron 14 Unidades de Evaluación de Hábitat (UEH) (Figura 8): bosque de galería (Bg), mata de monte (Mm), sabana seca (SaSec), sabana inundable (SaInun), sabana inundable con arbustos densos (SaInunAd), sabana húmeda (SaHum), sabana húmeda con arbustos (SaHumArb), sabana húmeda con arbustos densos (SaHumAd), cuerpo de agua estacional o estero (Cae), estero seco (CaeSec), lagunas artificiales (Cal), Caños (Cñ), Carretera o Terraplén (Cr) y Zonas de préstamo (Zp).

Durante los tres muestreos, las sabanas húmedas y las sabanas inundables fueron las UEH que abarcaron mayor área con respecto al total de la ventana (35%-36% aproximadamente, cada una) (Anexo 5). Las UEH que variaron su extensión entre los tres muestreos fueron: las sabanas inundables, las sabanas húmedas, los cuerpos de agua temporales o esteros (Tabla 1). El área de las sabanas inundables disminuyó 1,8% (24,88 ha) de lluvia de 2015 a sequía de 2016 y aumentó 0,1% (1,43 ha) de sequía a lluvia de 2016; las sabanas húmedas aumentaron 1,9% (25,68 ha), de lluvia de 2015 a sequía de 2016 y mantuvieron su extensión en lluvia de 2016 (Tabla 1).

El suelo es de uso pecuario y es cruzado por oleoductos e infraestructura para la perforación y explotación de hidrocarburos. Los terraplenes construidos por la empresa a cargo de la explotación mencionada originaron pocetas o zanjas a los lados de la vía producto del material de préstamo o acopio, las cuales contenían agua y estaban siendo usadas por los chigüiros.

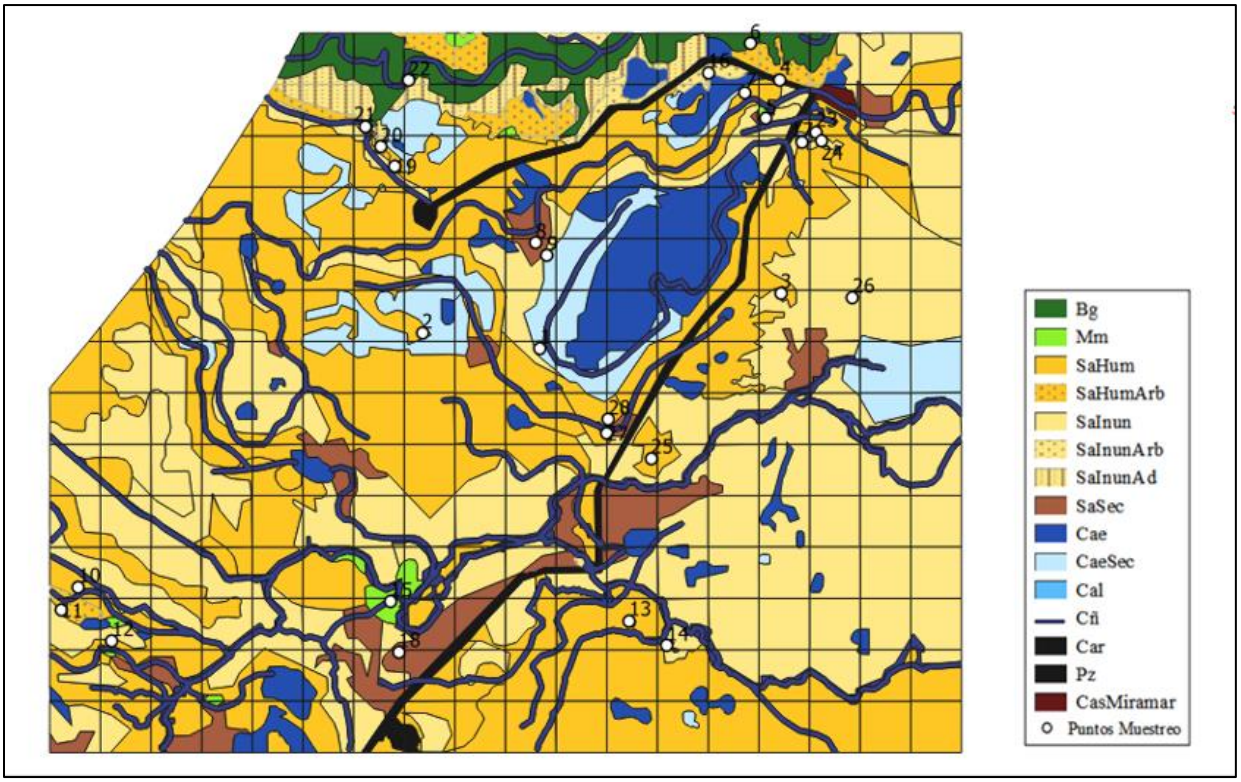


Figura 8. Mapa de las Unidades de Evaluación de Hábitat (UEH) o coberturas en Miramar.

Representa la época de sequía de 2016. Bosque de galería (Bg), mata de monte (Mm), sabana seca (SaSec), sabana inundable (SaInun), sabana inundable con arbustos (SaInunArb), sabana húmeda (SaHum), sabana húmeda con arbustos (SaHumArb), sabana húmeda con arbustos densos (SaHumAd), cuerpo de agua estacional o estero (Cae), estero seco (CaeSec), cuerpo de agua permanente o laguna (natural o artificial) (Cal), caños (Cñ), carretera o terraplenén (Car-Ter) y pozo petrolero (Pz).

Tabla 1. Relación de las Unidades de Evaluación de Hábitat (UEH) que presentaron variaciones en su extensión y puntos de muestreo para las épocas climáticas evaluadas en Miramar.

UEH	Lluvia 2015	Sequía 2016	Lluvia 2016	Puntos de muestreo L1uvia2015-Sequía2016-Lluvia2016
SaInun	1359,92 ha	1335,04 ha	1336,47 ha	4-5-5
SaHum	1331,51 ha	1357,19 ha	1357,19 ha	7
Cae	475,87 ha	250,84 ha	473,64 ha	3-2-2
CaeSec	NA	224,23	NA	2

Sabana inundable (SaInun), sabana húmeda (SaHum), cuerpo de agua estacional o estero (Cae), estero seco (CaeSec). NA: No Aplica.

Diversidad florística de herbáceas y rasantes

En las tres salidas de campo se registraron en total 183 especies diferentes de plantas herbáceas y rasantes, representadas por 94 géneros y 34 familias. Las familias con más especies fueron Poaceae (53) y Cyperaceae (16), las cuales abarcaron el 38% del total evaluado.

El mayor número de especies se registró en época de lluvia de 2016 (n=105) y la menor riqueza en sequía de 2016 (n=69), sin diferencias significativas. No obstante, hubo significancia entre lluvia de 2015 y sequía de 2016, y entre lluvia de 2016 y sequía de 2016. La abundancia promedio entre los períodos climáticos presentó diferencias significativas, fue mayor en lluvia de 2015 ($\bar{x}$=80,95%) y menor en sequía de 2016 ($\bar{x}$=59,32%).

Las diferencias en la riqueza entre las UEH fueron significativas en lluvia de 2015 y sequía de 2016, al igual que en la abundancia en lluvia de 2015 y 2016 (Anexo 3). En época de lluvia de 2015, las sabanas inundables (n=51) tuvieron la mayor riqueza de plantas disponibles, mientras que en sequía y lluvia de 2016 fueron las sabanas húmedas (Seq16=40 Ll16=76) (Tabla 2). La mayor oferta de abundancia la ofrecieron las sabanas inundables ($\bar{x}$=88,33%) en lluvia de 2015, y en 2016 los esteros ($\bar{x}$=79,93%) (Tabla 2). En época de sequía de 2016 la abundancia fue superior en los esteros secos ($\bar{x}$=80,07%) (Tabla 2).

En los tres muestreos, las matas de montes presentaron los menores valores de riqueza (Ll15=9, Seq16=6, Ll16=16) y abundancia (Ll15=58,13%; Seq16=23,54%; Ll16=39,18%) (Tabla 2). Los valores más bajos de riqueza y abundancia en las diferentes UEH fueron registrados en sequía de 2016, a excepción de la abundancia en las sabanas inundables con arbustos ($\bar{x}$=68,13%) y los esteros secos ($\bar{x}$=80,07%) (Tabla 2).

Clasificación de la vegetación

Las matrices originales para cada uno de los períodos climáticos fueron: Lluvia de 2015, 21 puntos de muestreo y 79 especies; sequía de 2016, 23 puntos de muestreo y 69 especies; lluvia de 2016, 23 puntos y 105 especies. El dendograma óptimo y más parsimonioso se obtuvo del agrupamiento UPGMA. Se obtuvieron tres tipos de dendogramas correspondientes a los períodos climáticos, cada

uno con diferentes agrupaciones o cluster. La similaridad y la diferencia entre los puntos de un mismo grupo son explicadas por la abundancia de especies rasantes y herbáceas (Figura 9a, 9b y 9c).

En lluvia de 2015 los puntos de muestreo se distribuyeron en tres grupos (Figura 9a), el *cluster 1* agrupa 19 puntos de muestreo donde se encuentran todas las sabanas incluidas aquellas que se encuentran en un bajo (sabana inundable o mal drenada) o en un banco (sabana no inundable o bien drenada), el *cluster 2* contiene el punto de muestreo 15 correspondiente a una mata de monte, y el *cluster 3*, el punto 1 que es un estero.

En sequía de 2016 el dendograma separó seis grupos (Figura 9b). *Cluster 1*: 10 puntos de muestreo de diferentes tipos de sabanas. *Cluster 2*: dos puntos de mata de monte (13 y 15). *Cluster 3*: Los puntos 1 (estero seco) y 16 (sabana con arbustos). *Cluster 4*: Los puntos de sabanas 2, 3, 26 y el punto 17, correspondiente a un estero seco. *Cluster 5*: Los puntos de sabanas 7, 23 y 24. *Cluster 6*: Los puntos 8 y 27, registrados en sabanas de bancos.

Para lluvia de 2016 se generaron cinco agrupaciones (Figura 9c). *Cluster 1*: 16 puntos de muestreo. *Cluster 2*: dos puntos de mata de monte (13 y 15). *Cluster 3*: Los puntos 1 y 17, registrados como esteros. *Cluster 4*: El punto de sabana número 19. *Cluster 5*: Los puntos 8 y 27, registrados en sabanas de bancos.

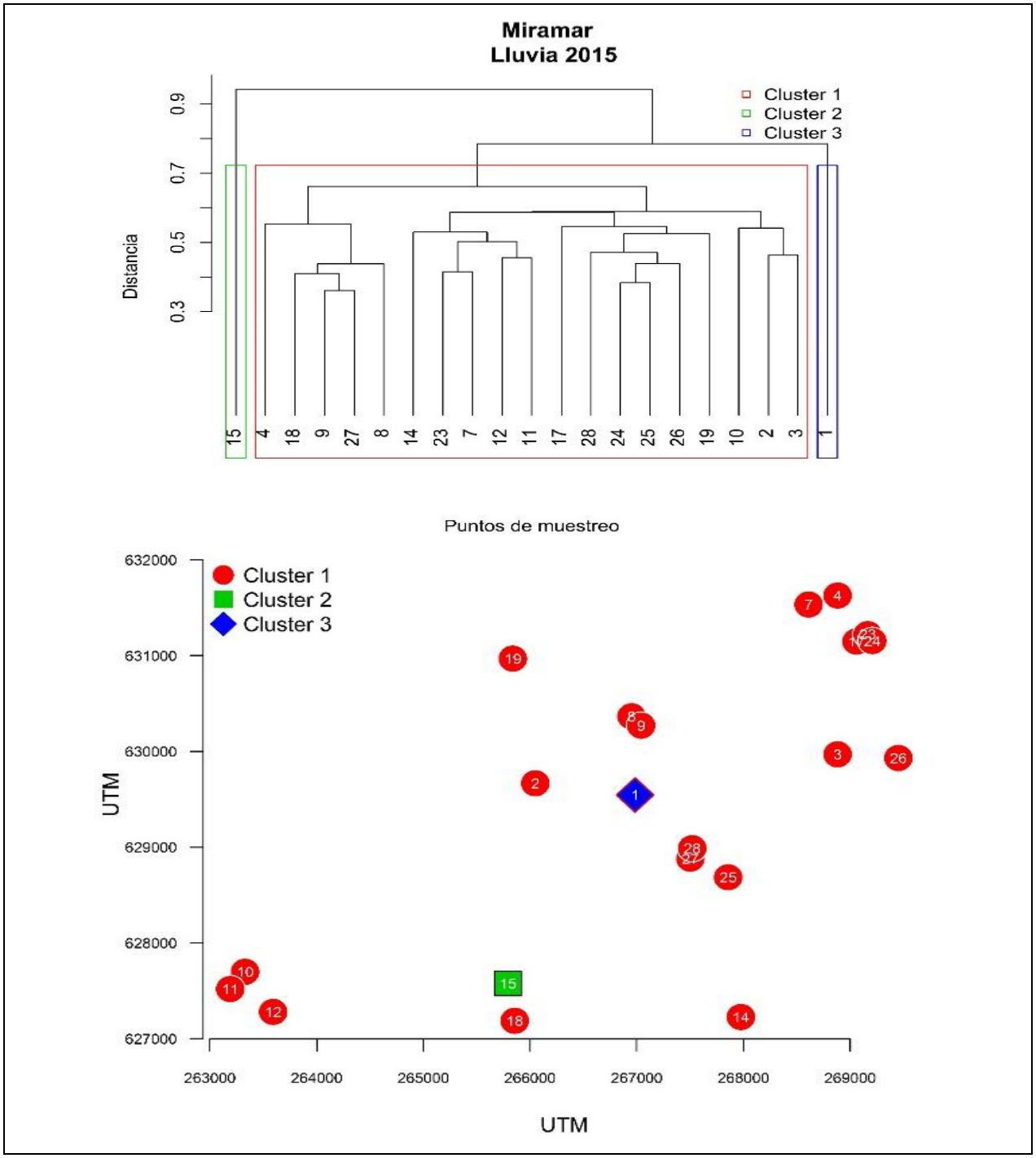


Figura 9a. Dendograma final y mapa de la distribución espacial correspondiente al agrupamiento por estructura de la comunidad de herbáceas y rasantes para Miramar en lluvia de 2015.

Imagen superior: Cada una de las cajas de color indica uno de los grupos o clusters donde se clasifican los puntos de muestreo. Imagen inferior: Los colores de las figuras corresponden con el de las cajas.

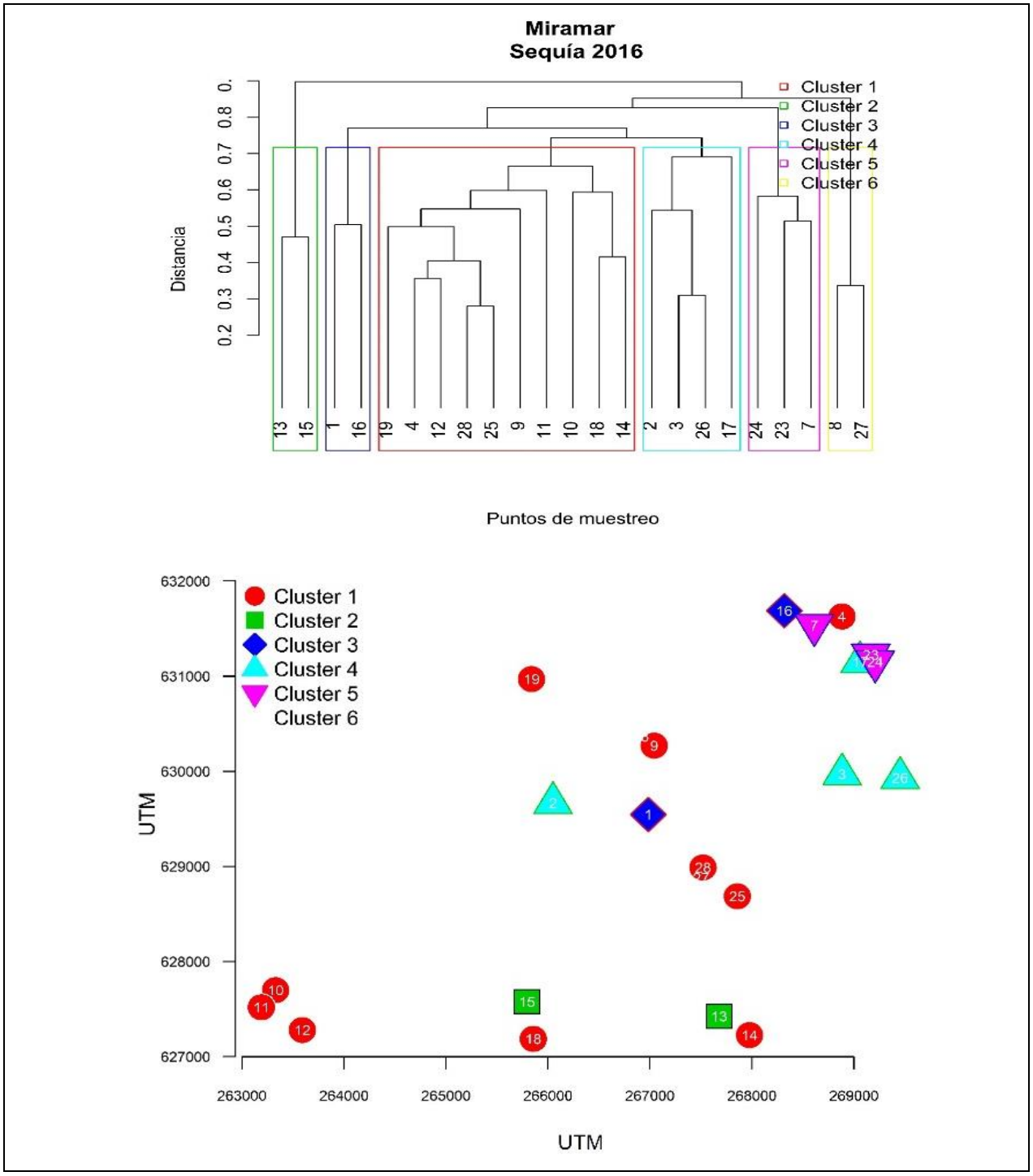


Figura 9b. Dendograma final y mapa de la distribución espacial correspondiente al agrupamiento por estructura de la comunidad de herbáceas y rasantes para Miramar en sequía de 2016.

Imagen superior: Cada una de las cajas de color indica uno de los grupos o clusters donde se clasifican los puntos de muestreo. Imagen inferior: Los colores de las figuras corresponden con el de las cajas.

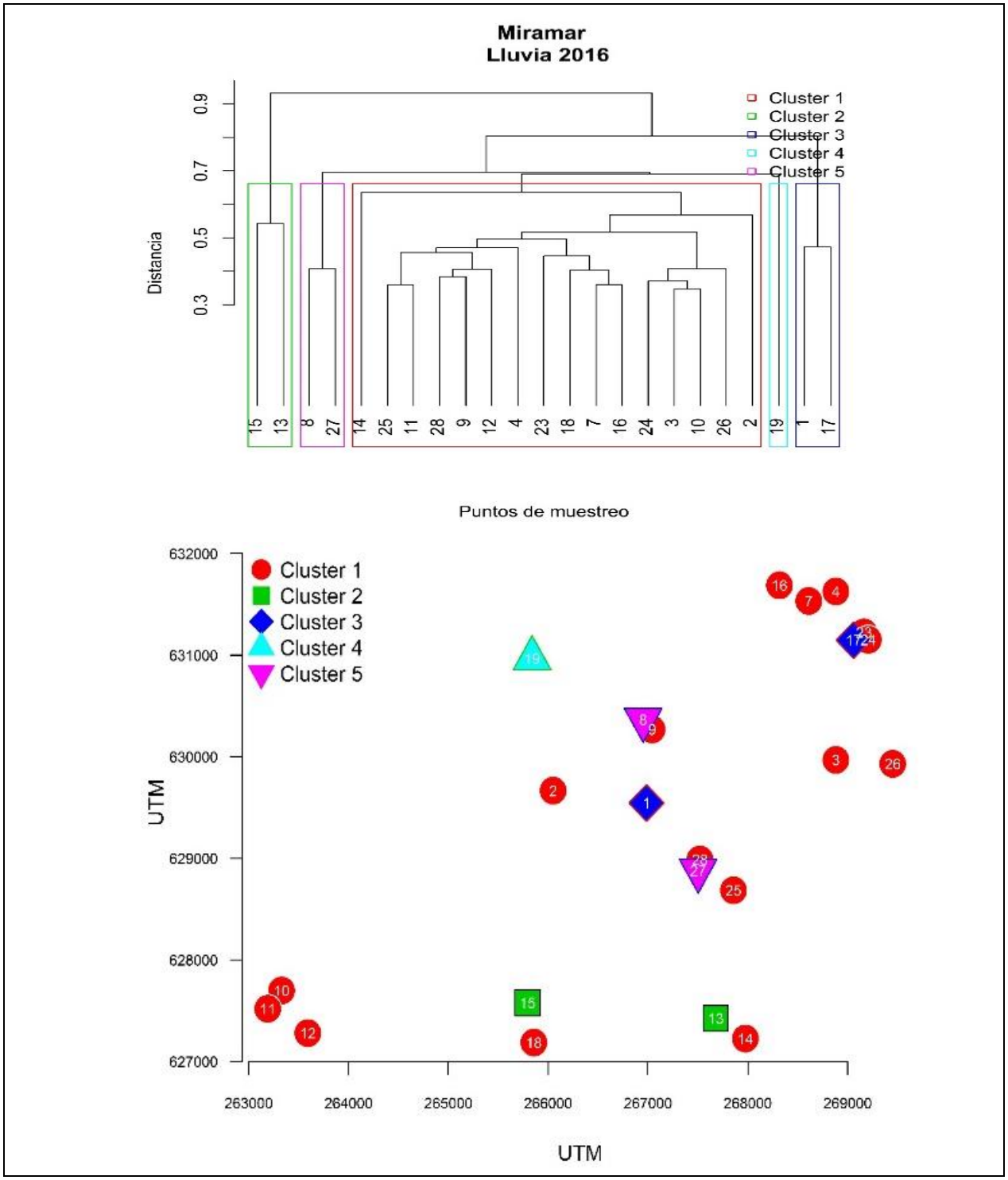


Figura 9c. Dendograma final y mapa de la distribución espacial correspondiente al agrupamiento por estructura de la comunidad de herbáceas y rasantes para Miramar en lluvia de 2016.

Imagen superior: Cada una de las cajas de color indica uno de los grupos o clusters donde se clasifican los puntos de muestreo. Imagen inferior: Los colores de las figuras corresponden con el de las cajas.

Alimento potencial

De las 183 especies de herbáceas y rasantes registradas en los tres muestreos, 22 especies y 39,37% hace parte de la dieta potencial del chigüiro, agrupadas en 16 géneros y 8 familias, representadas principalmente por la familia Poaceae (Anexo 6). La riqueza de alimento potencial presentó diferencias significativas entre las épocas de lluvia (2015-2016) y de sequía (2016), pero no hubo diferencias significativas entre un año y otro para el período de lluvia.

En las figuras 10a, 10b y 10c, se observa la variación de las cuatro especies más abundantes en los puntos de muestreo, del total de las seis especies de alimento potencial presentes en las tres salidas de campo (*Axonopus purpusii*, *Andropogon bicornis*, *Axonopus compressus*, *Sida rhombifolia*, *Leersia hexandra*, *Nymphoides indica*). En los tres muestreos, la mayor abundancia de alimento potencial la tuvo *A. purpusii* (Ll15$\bar{\mathbf{x}}$=18,44%; Se16$\bar{\mathbf{x}}$=9,69; Ll16$\bar{\mathbf{x}}$=54,77%) (Figura 10, Anexo 6). En el anexo 6 se relacionan los porcentajes de las especies de alimento potencial para los períodos evaluados.

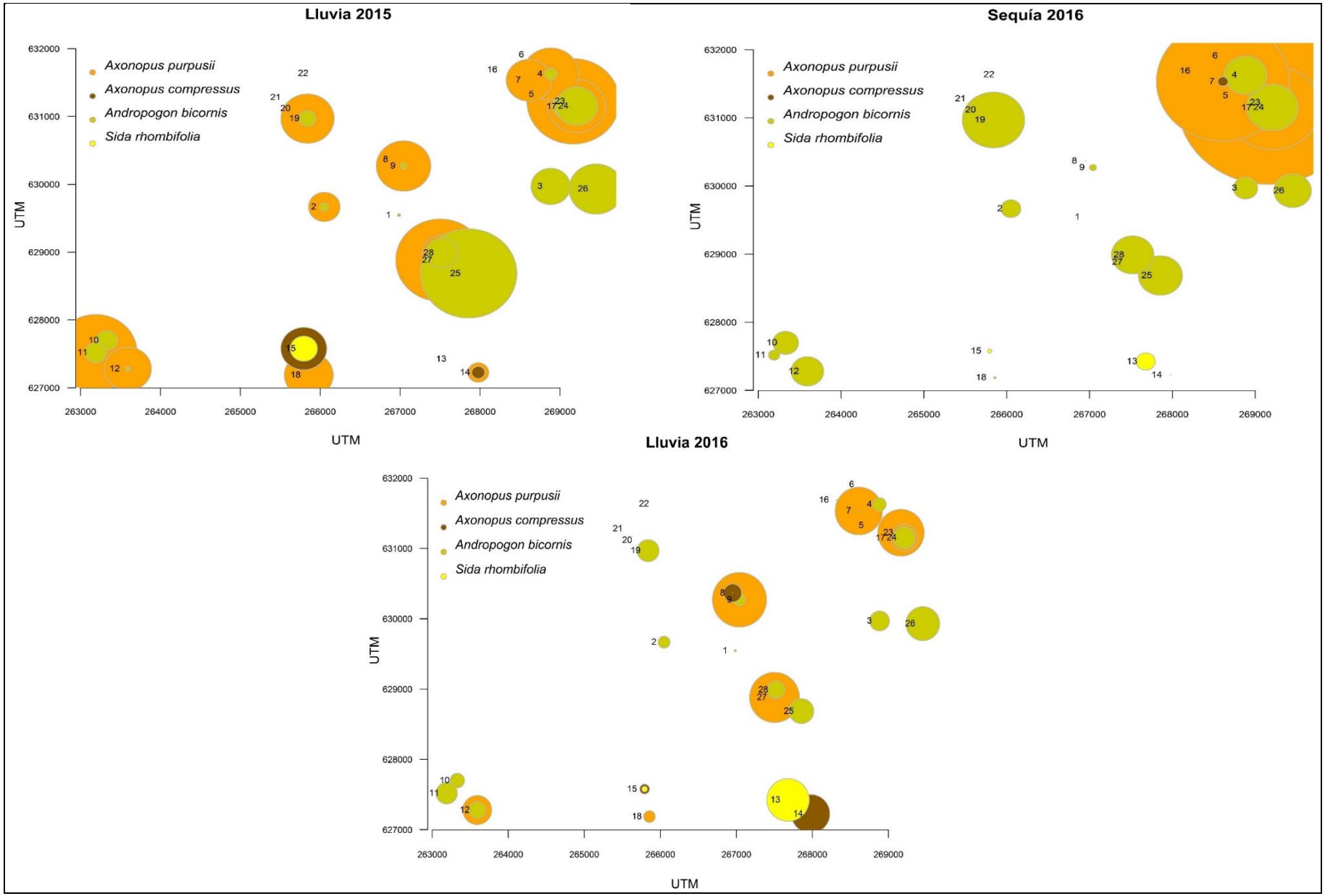


Figura 10. Distribución espacial de las especies de alimento potencial más abundantes y que se compartieron en los tres muestreos en Miramar, Casanare.

Cada color corresponde a cada una de las cuatro especies de alimento potencial. El tamaño del círculo es proporcional a la abundancia.

En los tres muestreos, las sabanas inundables ofrecieron la mayor riqueza (Ll15=9, Seq16=8, Ll16=10), por el contrario, las matas de montes en comparación con las otras UEH presentaron el menor número de especies de alimento potencial (Ll15=4, Seq16=1, Ll16=2) (Tabla 2).

La abundancia promedio de alimento potencial presentó diferencias significativas entre todas las épocas climáticas evaluadas. Las UEH que ofrecieron mayor oferta de abundancia de alimento potencial en los períodos climáticos evaluados fueron: las sabanas secas ($\bar{x}$=43,89%) en lluvia de 2015, las sabanas húmedas con arbustos ($\bar{x}$=41,41%) en sequía y lluvia de 2016 ($\bar{x}$=21,86%) (Tabla 2). En cambio, los esteros en comparación con las otras UEH presentaron la menor abundancia de alimento potencial en lluvia de 2015 y sequía de 2016 (Ll15=28,63%; Seq16=1,67%) y las sabanas inundables con arbustos en lluvia de 2016 ($\bar{x}$=4,79%) (Tabla 2).

En la tabla 2 se muestra la variación de la riqueza y la abundancia del alimento potencial en las UEH entre una época climática y otra. De la época de lluvia de 2015 a la de sequía de 2016, la riqueza de alimento potencial disminuyó en todas las UEH, excepto en las sabanas húmedas, donde el número de especies se mantuvo (n=6) pero la composición varió en cuatro especies (Anexo 6). Por el contrario, la riqueza aumentó de la época de sequía a la de lluvia de 2016 en todas las UEH, menos en las sabanas inundables donde la riqueza fue la misma (n=7) (Tabla 2), pero la composición vegetal varió en dos especies (Anexo 6). Mientras que de lluvia de 2015 a lluvia de 2016 unas UEH aumentaron y otras disminuyeron, en las sabanas secas el número de especies se mantuvo (n=8) (Tabla 2), aunque la composición cambió en tres especies (Anexo 6).

La abundancia o forraje de alimento del período de lluvia de 2015 al de sequía de 2016 disminuyó en cinco UEH, y aumentó en las sabanas húmedas (Tabla 2). En sequía de 2016 a lluvia de 2016, fluctuó positiva y negativamente la variación de la abundancia en las diferentes UEH (Tabla 2). De lluvia de 2015 a lluvia de 2016 disminuyó esta variable en más del 33% en todas las UEH (Tabla 2).

Refugio

Cobertura de escape

La época de lluvia de 2015 tuvo la mayor cobertura de escape ($\bar{x}$=41,85%), mientras que la menor se presentó en sequía de 2016 ($\bar{x}$=28,41%) (Tabla 2), sin diferencias significativas.

En lluvia de 2015 la cobertura de escape no presentó diferencias significativas entre las UEH, sin embargo, fue mayor en las sabanas inundables con arbustos densos ($\bar{x}$=71,67%) y en las sabanas húmedas con arbustos ($\bar{x}$=70,37%). Por el contrario, en época de lluvias 2016 se presentaron diferencias significativas entre las UEH, siendo las sabanas inundables las que ofrecieron la mayor cobertura de escape ($\bar{x}$=58,33%). Mientras que la UEH que menos protección ofreció contra depredadores en ambos muestreos fue la sabana seca (Ll15=14,03%; Ll16=1,25%). En cuanto al período de sequía de 2016, la mayor cobertura de escape la proporcionó el bosque de galería ($\bar{x}$=48,88%), por el contrario, la sabana inundable con arbustos ($\bar{x}$=00,00%) y la sabana seca ($\bar{x}$=0,69%) presentaron menor cobertura de escape (Tabla 2).

La cobertura de escape disminuyó en la época de sequía de 2016 en contraste con lluvia de 2015 en todas las UEH, excepto en las sabanas inundables ($\bar{x}$=17,38%) (Tabla 3). En cambio, de sequía a lluvia de 2016 aumentó la cobertura de escape en todas las UEH, menos en el bosque de galería ($\bar{x}$=-10,79%) (Tabla 3).

Cobertura climática

La cobertura climática promedio fue mayor en lluvia de 2015 ($\bar{x}$=20,37%) y la menor se presentó en lluvia de 2016 ($\bar{x}$=16,94%) (Tabla 2), sin diferencias significativas.

La cobertura climática en los tres muestreos presentó los valores más altos en las sabanas inundables con arbustos densos (Ll15=90,98%; Ll1-Seq16=100%) y en los bosques de galería (Ll15=85,42%; Seq16=76,74%; Ll16=73,26%), mientras que las sabanas secas tuvieron los valores más bajos ($\bar{x}$=0%), seguidas de las sabanas inundables con y sin arbustos (Tabla 2). Se presentaron diferencias significativas en los valores registrados de esta cobertura de refugio entre las UEH en cada uno de los períodos climáticos evaluados (Anexo 3).

En sequía de 2016 comparada con lluvia de 2015, la cobertura climática disminuyó en todas las UEH, excepto en las sabanas inundables con arbustos densos (Tabla 3). Del período de sequía al de lluvia de 2016 se redujo esta cobertura en las sabanas inundables con arbustos ($\bar{x}$=-24,75%) y en los bosques de galería ($\bar{x}$=-4,52%) (Tabla 3). Entre la época de lluvia de 2015 a la de 2016 fluctuaron los valores positiva y negativamente en las UEH (Tabla 3).

Tabla 2. Variables evaluadas a nanoescala para la caracterización del hábitat del chigüiro en las épocas climáticas en Miramar.

UEH	Diversidad florística de herbáceas y rasantes						Alimento potencial						Refugio					
	Riqueza			Abundancia			Riqueza			Abundancia			Cobertura de escape			Cobertura climática		
	Ll15	Se16	Ll16	Ll15	Se16	Ll16	Ll15	Se16	Ll16	Ll15	Se16	Ll16	Ll15	Se16	Ll16	Ll15	Se16	Ll16
Bg	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	62.78	48.88	43.61	85.42	76.74	73.26
Mm	9	6	16	58.13	23.54	39.18	21	2	4	43.54	4.74	21.45	50.37	24.43	31.85	62.22	50.46	63.43
Cae/CaeSec	33	17	24	72.92	80.07	79.93	15	7	7	28.63	15.21	5.92	23.70	7.78	33.61	NA	NA	NA
SaHum	50	40	76	85.62	59.82	77.88	8	16	34	32.85	42.01	21.86	44.60	34.52	50.09	2.38	0.15	2.22
SaHumArb	32	25	51	76.21	39.43	65.22	18	7	12	39.30	21.72	19.12	70.37	40.38	51.67	11.68	9.97	10.55
SaInun	51	39	52	88.33	66.38	79.25	NA	8	21	35.69	25.25	20.83	37.08	44.89	58.33	1.62	0.71	3.92
SaInunAd	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	71.67	18.90	29.44	90.98	100.00	100.00
SaInunArb	NA	7	31	--	68.13	63.96	NA	1	5	NA	0.63	4.79	24.44	0.00	32.78	2.54	1.00	0.75
SaSec	31	14	48	85.16	65.05	75.60	14	10	15	43.89	37.89	16.88	14.03	0.69	1.25	0	0	0

NA: No Aplica (en los Cae/CaeSec no existe la cobertura climática herbácea, en las SaInunAd y Bg porque no había vegetación rasante y herbácea y en el lluvia de 2015 en SaInunArb no se pudo muestrear). Abreviación de períodos climáticos: Lluvia 2015 (Ll15), Sequía 2016 (Se16), Lluvia 2016 (Ll16). Unidades de Evaluación de Hábitat (UEH). Bosque de galería (Bg), mata de monte (Mm), cuerpo de agua estacional o estero (Cae), estero seco (CaeSec), sabana húmeda (SaHum), sabana húmeda con arbustos (SaHumArb), sabana inundable (SaInun), sabana inundable con arbustos densos (SaInunAd), sabana inundable con arbustos (SaInunArb), sabana seca (SaSec).

Tabla 3. Porcentajes de variación entre las épocas climáticas de las variables evaluadas para los requerimientos del hábitat chigüiro en Miramar.

UEH	Alimento potencial						Refugio					
	Riqueza			Abundancia			Cobertura de escape			Cobertura climática		
	Ll15-Se16	Se16-Ll16	Ll15-Ll16	Ll15-Se16	Se16-Ll16	Ll15-Ll16	Ll15-Se16	Se16-Ll16	Ll15-Ll16	Ll15-Se16	Se16-Ll16	Ll15-Ll16
Bg	NA	NA	NA	NA	NA	NA	-22.13	-10.79	-30.53	-10.16	-4.52	-14.23
Mm	-75	50	-50	-89.11	77.89	-50.76	-51.49	23.29	-36.76	-18.9	20.44	1.9
Cae/CaeSec	-57.14	40	-28.57	-94.17	71.79	-79.32	-67.16	76.84	29.48	NA	NA	NA
SaHum	0	45.45	45.45	20.68	-47.2	-33.44	-22.61	31.09	10.96	-93.75	93.3	-6.69
SaHumArb	-16.67	37.5	25	-43.41	-11.97	-50.18	-42.62	21.85	-26.58	-17.15	5.48	-9.69
SaInun	-12.5	0	-14.29	-19.7	-27.31	-41.64	17.38	23.05	36.43	-56.14	81.91	58.77
SaInunAd	NA	NA	NA	NA	NA	NA	-73.63	35.81	-58.91	9.02	0	9.02
SaInunArb	NA	80	NA	NA	86.95	NA	-100	100	25.42	-60.51	-24.75	-70.28
SaSec	-62.5	62.5	0	-13.67	-55.59	-61.66	-95.07	44.67	-91.09	0	0	0

NA: No Aplica. Abreviación de períodos climáticos: Lluvia 2015 (Ll15), Sequía 2016 (Se16), Lluvia 2016 (Ll16). Unidades de Evaluación de Hábitat (UEH). Bosque de galería (Bg), mata de monte (Mm), cuerpo de agua estacional o estero (Cae), estero seco (CaeSec), sabana húmeda (SaHum), sabana húmeda con arbustos (SaHumArb), sabana inundable (SaInun), sabana inundable con arbustos densos (SaInunAd), sabana inundable con arbustos (SaInunArb), sabana seca (SaSec).

Disponibilidad de agua

En Miramar, el área de cuerpos de agua temporales o esteros varió en los tres muestreos, como respuesta a la dinámica hídrica de las sabanas inundables de la Orinoquia colombiana. De lluvia de 2015 a sequía de 2016 disminuyó 52,7% (225,03 ha) y de sequía a lluvia de 2016 aumentó 88,2% (222,80 ha) (Anexo 5). De manera, que en la época de lluvia de 2015 tuvo la mayor superficie 475,87 ha (12,67%). Los puntos de muestreo correspondientes a esteros fueron categorizados como esteros secos (CaeSec) en época seca, debido a su nivel de humedad y composición de especies vegetales.

La longitud de los caños fue de 73,47 km. La ventana de estudio está atravesada por un terraplén, el cual atraviesa cuatro caños, por tal motivo la empresa encargada de la explotación realizó cuatro *box coulvert* para permitir el flujo hídrico de éstos. El área de las lagunas artificiales comprendió el 0,01% (0,48 ha) del total del área de la ventana de estudio. Otra fuente de agua artificial presente en la zona es la denominada con el término de zona de préstamo, producto de la extracción de tierra de los laterales para la construcción de una vía o terraplén. Al respecto, López-Arévalo et al. 2016, georreferenciaron 93 préstamos en la ventana de estudio, los cuales tienen forma rectangular con una ocupación total de 10,57 ha (0,28%) y una longitud total de 8,08 km (Tabla 1). De manera que en cada 1000 metros de terraplén o carretera hay en promedio 9,2 préstamos, los cuales ocupan el 79,94% de la longitud total.

Caracterización espacial del hábitat

La Aurora y Miramar en lluvia de 2015

Clasificación de las Unidades de Evaluación de Hábitat (UEH)

En el anexo 4 se muestran las matrices resultantes de Twinspan para Miramar y La Aurora. Para La Aurora, dos puntos de muestreo correspondieron a un saladillal y a un médano, el primero se clasificó como sabana inundable con arbustos densos y el segundo como sabana seca, de acuerdo con los agrupamientos obtenidos por el programa Twinspan y lo propuesto por Blydenstein (1967).

En las figuras 8 y 11 se presentan las UEH o coberturas que se clasificaron para Miramar y La Aurora, 14 y 13 respectivamente. En el hato Miramar no se registraron sabanas húmedas con

arbustos densos ni sabanas secas con arbustos y en La Aurora no se identificaron sabanas inundables con arbustos. Los bosques de galería, las matas de monte, las sabanas húmedas con arbustos, las sabanas secas tuvieron una mayor extensión en la ventana de estudio de La Aurora en contraste con Miramar (Figura 11, Figura 12, Anexo 7). Por el contrario, las sabanas inundables, las sabanas húmedas, los esteros y las sabanas inundables con arbustos densos tuvieron mayor área en Miramar (Figura 11, Figura 12).

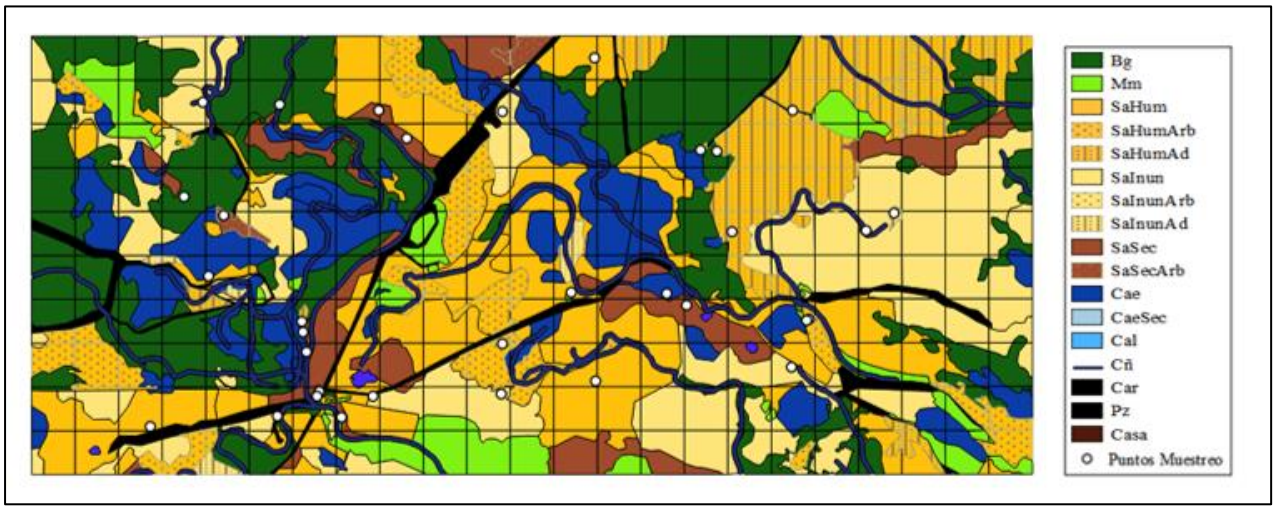


Figura 11. Mapa de las Unidades de Evaluación de Hábitat (UEH) o coberturas en La Aurora.

Representa la época de sequía de 2016. Bosque de galería (Bg), mata de monte (Mm), sabana seca (SaSec), sabana seca con arbustos (SaSecArb), sabana inundable (SaInun), sabana inundable con arbustos densos (SaInunAd), sabana húmeda (SaHum), sabana húmeda con arbustos (SaHumArb), sabana húmeda con arbustos densos (SaHumAd), cuerpo de agua estacional o estero (Cae), cuerpo de agua permanente o laguna (natural o artificial) (Cal), caños (Cñ), carretera o terraplenén (Car) y pozo petrolero (Pz).

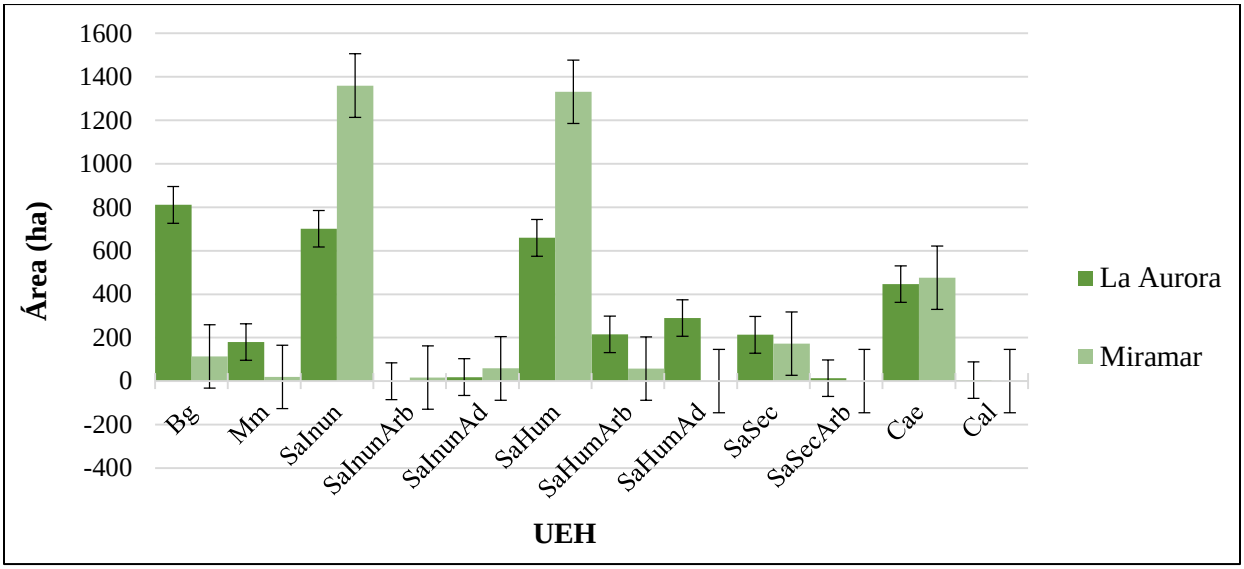


Figura 12. Comparación en la extensión de las Unidades de Evaluación del Hábitat (UEH) o coberturas en La Aurora y Miramar, en lluvia de 2015.

Bosque de galería (Bg), mata de monte (Mm), sabana inundable (SaInun), sabana inundable con arbustos (SaInunArb), sabana inundable con arbustos densos (SaInunAd), sabana húmeda (SaHum), sabana húmeda con arbustos (SaHumArb), sabana húmeda con arbustos densos (SaHumAd), sabana seca (SaSec), sabana seca con arbustos (SaSecArb), cuerpo de agua estacional o estero (Cae), cuerpo de agua permanente o laguna (natural o artificial) (Cal).

Diversidad florística de herbáceas y rasantes

En La Aurora, se registraron 104 especies diferentes de plantas herbáceas y rasantes, representadas por 68 géneros y 31 familias, con una abundancia promedio de 83,66%. Las familias con más especies fueron Poaceae (17), Cyperaceae (15) y Leguminosae (14), las cuales comprendieron el 48% del total registrado para la ventana de estudio. En Miramar, se registraron 79 especies de herbáceas y rasantes, representadas por 58 géneros y 27 familias, con una abundancia promedio de 80,95%. Las familias con más especies fueron Poaceae (15) y Cyperaceae (10), las cuales comprendieron el 32% del total de especies para dicha localidad en lluvia de 2015. Estas diferencias entre las dos localidades fueron significativas para la riqueza (Anexo 3).

Los valores promedios más altos de la riqueza de herbáceas y rasantes en La Aurora los tuvieron las sabanas húmedas (n=71), las sabanas inundables (n=47) y los esteros (n=41), mientras que las UEH con menor riqueza fueron las sabanas húmedas con arbustos (n=19) y las sabanas secas con arbustos (n=16), sin diferencias significativas (Anexo 3). El número de especies registradas en

Miramar presentó diferencias significativas entre las UEH, la mayor riqueza de plantas disponibles se registraron en las sabanas inundables (n=51) y las sabanas húmedas (n=50), los menores valores las matas de montes (n=9) (Tabla 2).

En La Aurora, la abundancia promedio entre las UEH presentó diferencias significativas. La mayor oferta de abundancia la ofrecieron las sabanas húmedas ($\bar{x}$=94,10%), las sabanas secas con arbustos ($\bar{x}$=91,77%) y sin arbustos ($\bar{x}$=91,18%), y la menor abundancia la presentaron las sabanas inundables con arbustos densos ($\bar{x}$=49,48%) (Tabla 2). La abundancia promedio entre las UEH en Miramar presentó diferencias significativas, la mayor oferta de abundancia la ofrecieron las sabanas inundables ($\bar{x}$=88,33%), las sabanas húmedas ($\bar{x}$=85,62%) y las sabanas secas ($\bar{x}$=85,16%) y la menor en las matas de monte ($\bar{x}$=58,13%) (Tabla 2).

Clasificación de la vegetación

A diferencia de los tres grupos o cluster obtenidos en lluvia de 2015 en Miramar (Figura 9a), el dendrograma de agrupamiento UPGMA generado para La Aurora en la misma época, muestra los puntos de muestreo distribuidos en 8 grupos o clusters (Figura 13). *Cluster 1*: Puntos de muestreo 1, 4 (médano) y 8 (sabana con arbustos). *Cluster 2*: Los puntos 7 y 2, el último correspondiente a un estero. *Cluster 3*: 8 puntos de sabanas. *Cluster 4*: Punto de muestreo 9, de una sabana. *Cluster 5*: El punto 12 registrado en una sabana de banco (sabana no inundable). *Cluster 6*: Los puntos de sabanas 13 y 14. *Cluster 7*: Los puntos de las sabanas 16 y 18 y el punto 20, correspondiente a un estero. *Cluster 8*: El punto 24, correspondiente a una sabana con arbustos.

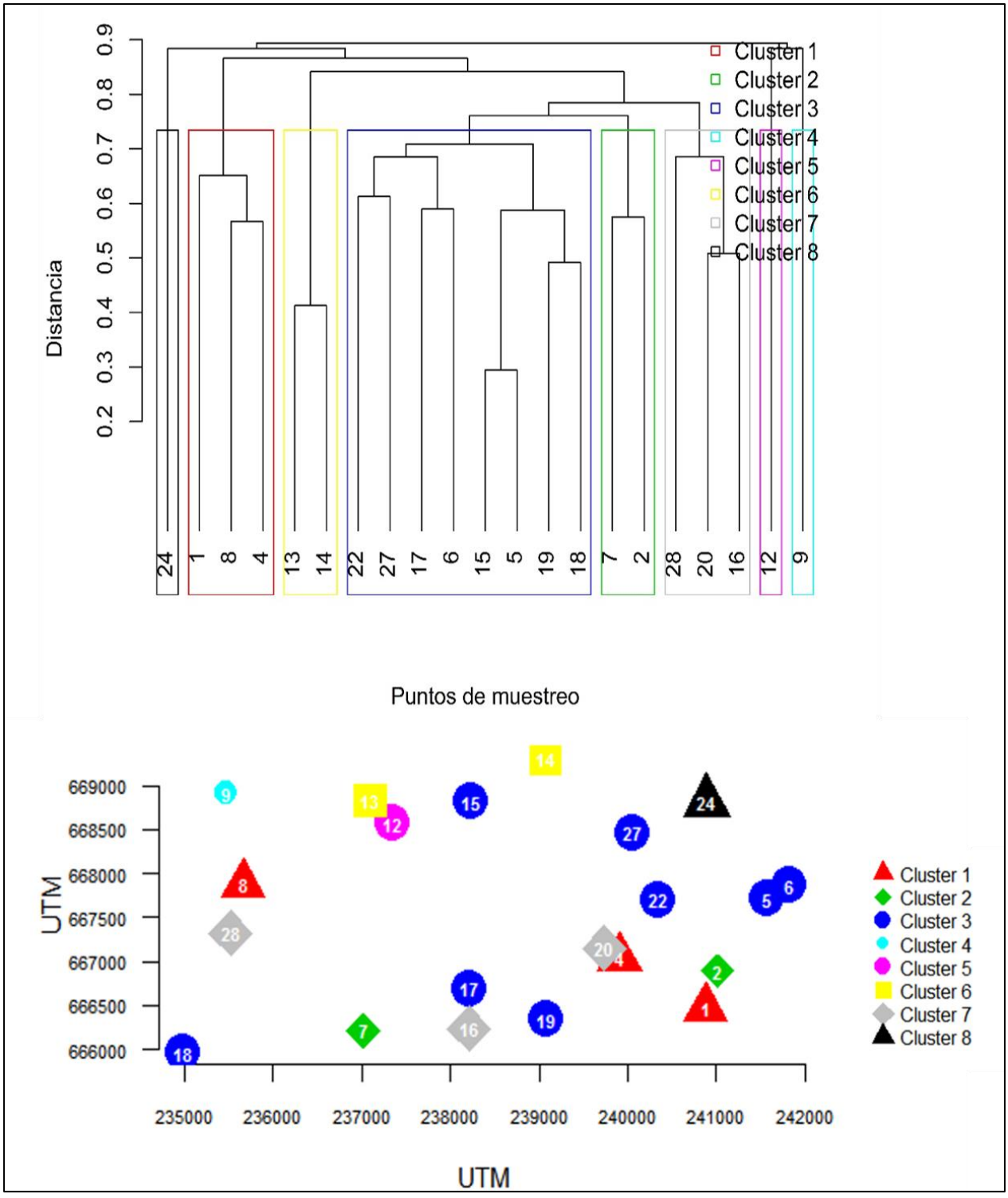


Figura 13. Dendograma final y mapa de la distribución espacial correspondiente al agrupamiento por estructura de la comunidad de herbáceas y rasantes para La Aurora.

Imagen superior: Cada una de las cajas de color indica uno de los grupos o clusters donde se clasifican los puntos de muestreo. Imagen inferior: Los colores de las figuras corresponden con el de las cajas.

Alimento potencial

Entre localidades hubo diferencias significativas entre la riqueza y abundancia de alimento potencial para el chigüiro. La Aurora tuvo los mayores valores de riqueza y abundancia de alimento potencial en contraste con el hato Miramar, en el período de lluvia de 2015. De manera que en La Aurora, del total de la vegetación registrada (n=104), 26 especies y un promedio del 40,01% hacen parte de la dieta potencial del chigüiro, agrupadas en 16 géneros y 7 familias, representadas principalmente por la familia Poaceae (Anexo 8). En Miramar, 16 especies del total de la vegetación registrada (n=79) y un promedio del 36,02% de la abundancia total hacen parte de la dieta potencial del chigüiro, agrupadas en 11 géneros y 5 familias, representadas principalmente por la familia Poaceae (Anexo 8).

Aunque la composición de especies de la dieta potencial entre los sitios fue diferente, ambas localidades tuvieron en común 10 especies (Anexo 8). En Miramar las cuatro especies de alimento potencial más abundantes fueron: *Axonopus purpusii* ($\bar{\mathbf{x}}$=18,44), *Paspalum orbiculatum* ($\bar{\mathbf{x}}$=12,50), *Axonopus compressus* ($\bar{\mathbf{x}}$=12,30) y *Andropogon bicornis* ($\bar{\mathbf{x}}$=10,63) (Figura 14a). En La Aurora: *Paspalum sp.* ($\bar{\mathbf{x}}$=50,71), *Heterantera limonsa* ($\bar{\mathbf{x}}$=27,52), *Leersia hexandra* ($\bar{\mathbf{x}}$=22,03), *Indeterminada (JCA3010)* ($\bar{\mathbf{x}}$=21,92) (Figura 14b), esta última se incluyó porque se registró consumida en campo.

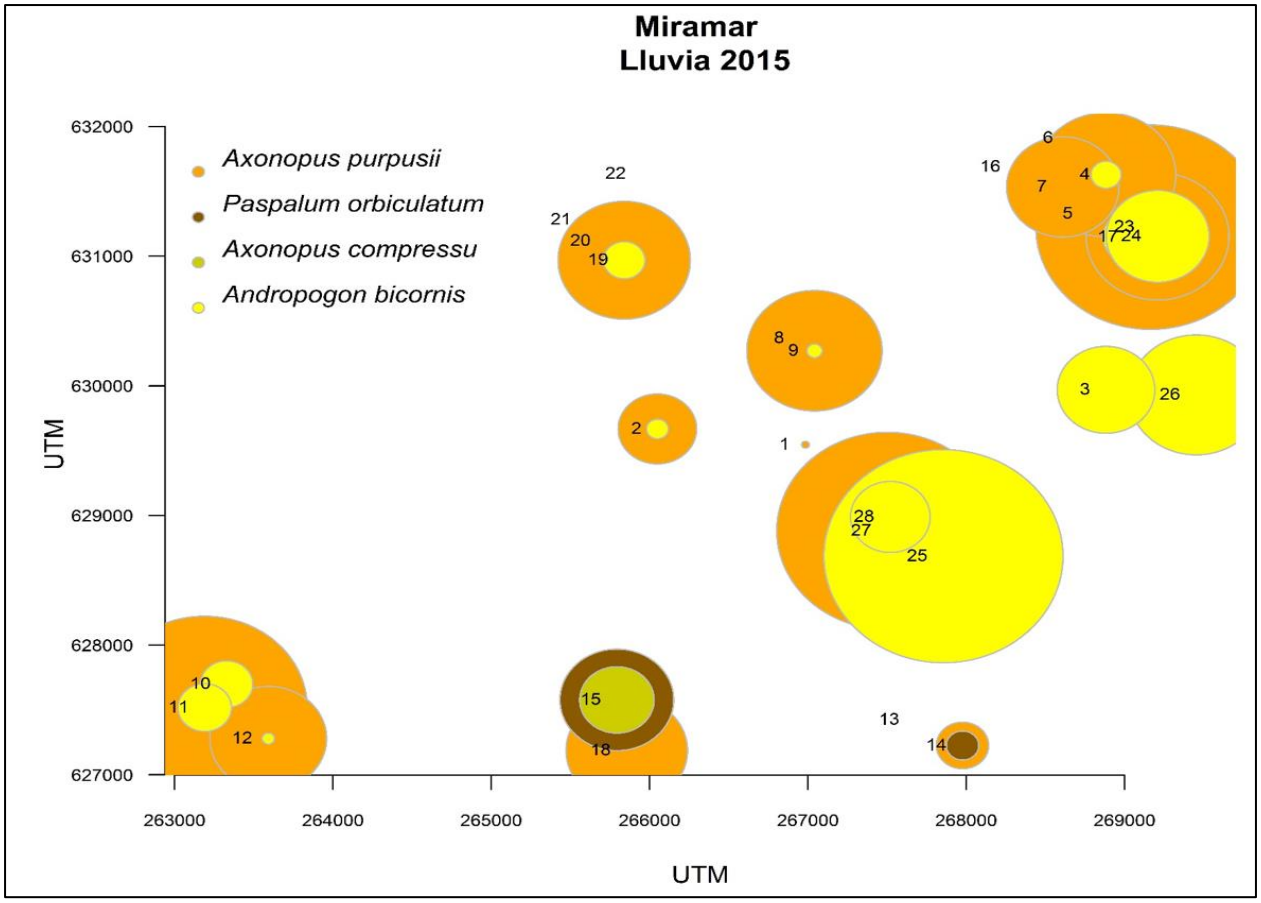


Figura 14a. Distribución espacial de las especies de alimento potencial más abundantes en Miramar, Casanare, en lluvia de 2015

Cada color corresponde a cada una de las cuatro especies de alimento potencial más abundantes. El tamaño del círculo es proporcional a la abundancia.

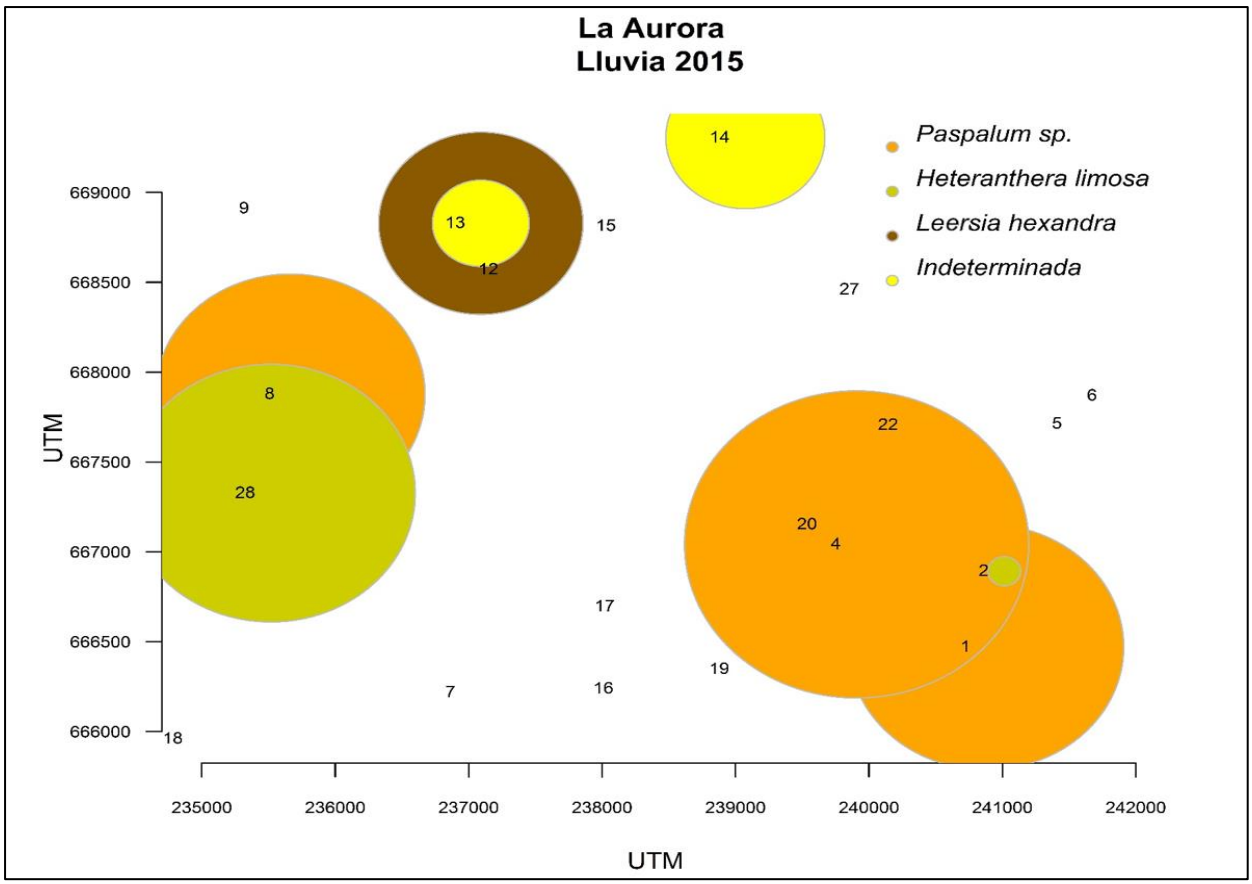


Figura 14b. Distribución espacial de las especies de alimento potencial más abundantes en La Aurora, Casanare, en lluvia de 2015.

Cada color corresponde a cada una de las cuatro especies de alimento potencial más abundantes. El tamaño del círculo es proporcional a la abundancia.

Los valores promedios más altos de riqueza de alimento potencial en La Aurora los tuvieron las sabanas inundables (n=17) y húmedas (n=15), mientras que en Miramar los presentaron las sabanas inundables (n=9) y los esteros (n=5) (Figura 15).

Por otra parte, las sabanas secas con arbustos ($\bar{x}$=55,04%) ofrecieron la mayor abundancia de alimento potencial en La Aurora y las sabanas secas en Miramar ($\bar{x}$=43,89%) (Figura 15); en cambio, las sabanas húmedas con arbustos densos ($\bar{x}$=11,99%) y los esteros ($\bar{x}$=28,63%) brindaron la menor abundancia de alimento en La Aurora y Miramar respectivamente (Figura 15).

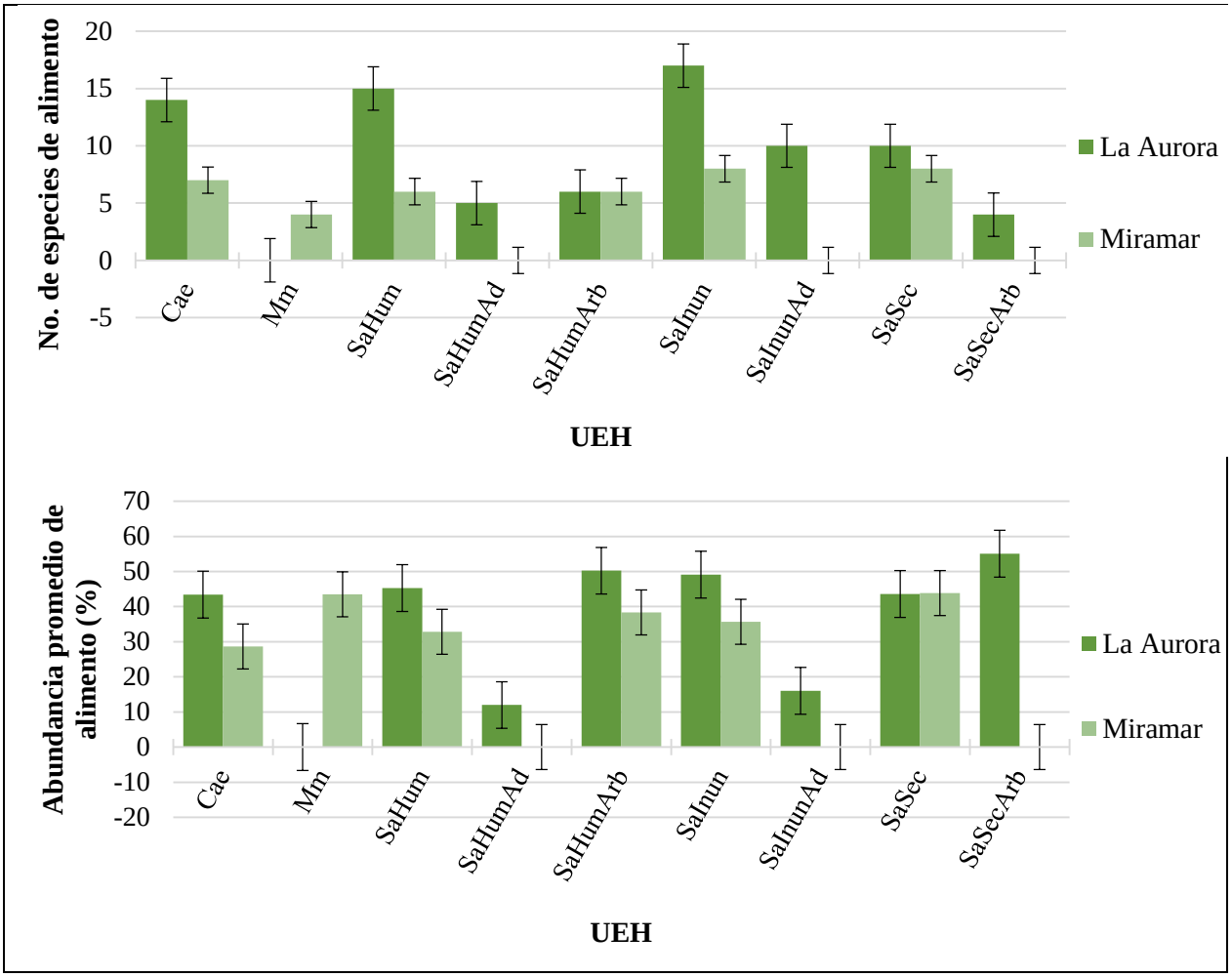


Figura 15. Riqueza y abundancia de alimento potencial para el chigüiro en las UEH de La Aurora y Miramar, en lluvia de 2015.

Bosque de galería (Bg), mata de monte (Mm), sabana inundable (SaInun), sabana inundable con arbustos (SaInunArb), sabana inundable con arbustos densos (SaInunAd), sabana húmeda (SaHum), sabana húmeda con arbustos (SaHumArb), sabana húmeda con arbustos densos (SaHumAd), sabana seca (SaSec), sabana seca con arbustos (SaSecArb), cuerpo de agua estacional o estero (Cae).

Refugio

Cobertura de escape

De los dos hatos evaluados en lluvia de 2015, La Aurora presentó la mayor cobertura de escape promedio ponderado ($\bar{x}$=59,43%) (Figura 16), con diferencias significativas. En La Aurora, esta cobertura presentó diferencias significativas entre las UEH, los valores más altos los tuvieron las sabanas húmedas con arbustos ($\bar{x}$=98,89%) y arbustos densos ($\bar{x}$=97,22%), y el menor refugio contra depredadores lo presentaron las sabanas secas con arbustos ($\bar{x}$=21,11%) y sin arbustos

($\bar{x}$=42,22%). En Miramar los mayores valores fueron en las sabanas inundables con arbustos ($\bar{x}$=71,67%) (Figura 16).

Cobertura climática

La cobertura climática tuvo diferencias significativas para las dos localidades. La mayor cobertura climática promedio de los dos sitios la presentó Miramar ($\bar{x}$=39,23%) (Figura 16), siendo la sabana inundable con arbustos densos ($\bar{x}$=90,98%) la UEH que mayor cobertura proporcionó (Figura 16, Tabla 2). Sin embargo, las sabanas húmedas con arbustos densos de La Aurora tuvieron el porcentaje de cobertura climática más alto ($\bar{x}$=100%) de todas las UEH en contraste con Miramar (Figura 16). Adicionalmente, las matas de monte ($\bar{x}$=80,73%) también representaron mayor refugio climático, en La Aurora, mientras que las sabanas secas ($\bar{x}$=1,39%) y las sabanas húmedas con arbustos ($\bar{x}$=2,71%), tuvieron los porcentajes más bajos (Figura 16, Tabla 2), con diferencias significativas (Anexo 3).

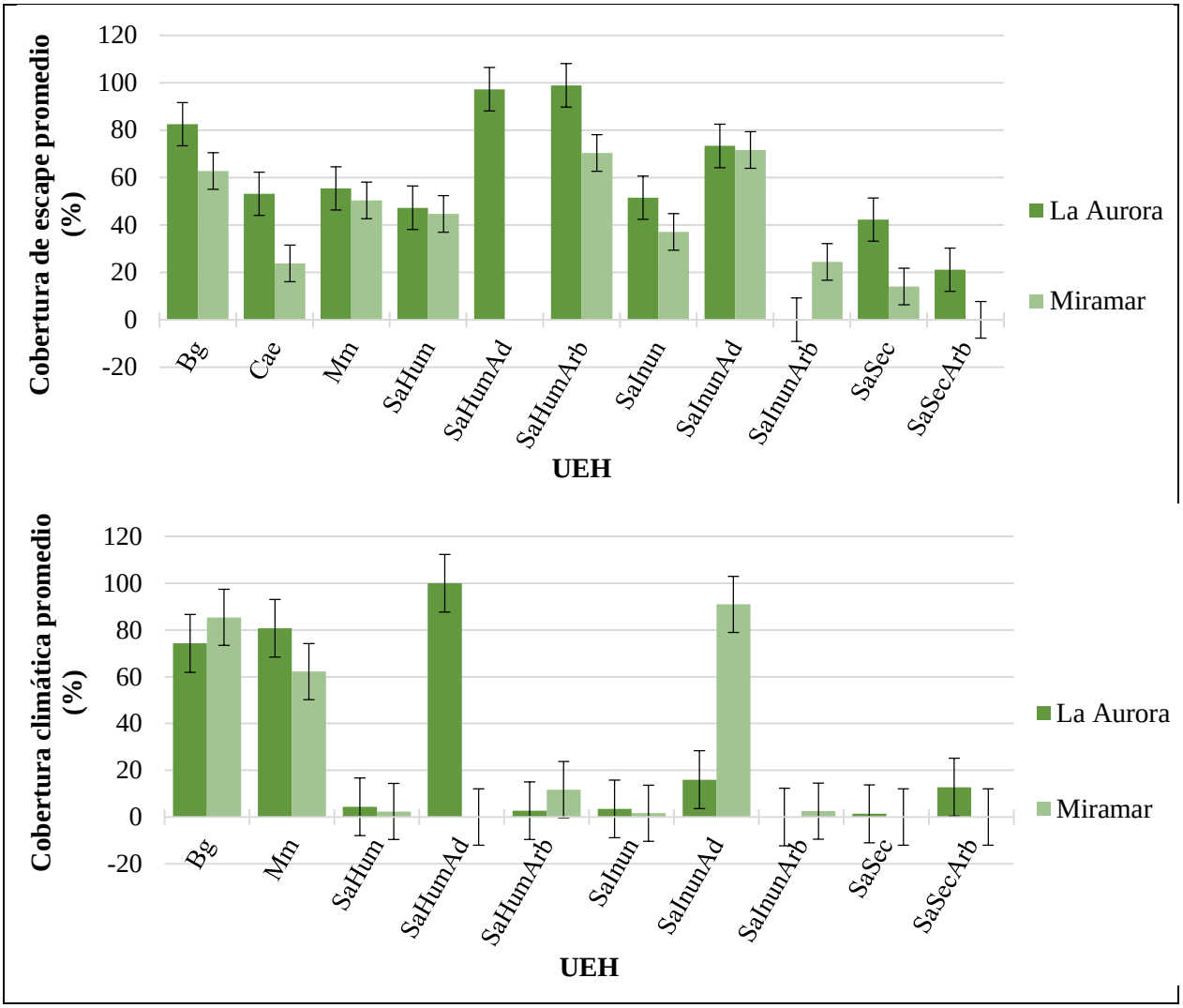


Figura 16. Cobertura de escape y cobertura climática en las UEH de La Aurora y Miramar, en lluvia de 2015.

Bosque de galería (Bg), mata de monte (Mm), sabana inundable (SaInun), sabana inundable con arbustos (SaInunArb), sabana inundable con arbustos densos (SaInunAd), sabana húmeda (SaHum), sabana húmeda con arbustos (SaHumArb), sabana húmeda con arbustos densos (SaHumAd), sabana seca (SaSec), sabana seca con arbustos (SaSecArb), cuerpo de agua estacional o estero (Cae).

Disponibilidad de agua

Los esteros y los caños en La Aurora tuvieron menor superficie en contraste con Miramar, sin embargo, las lagunas artificiales tuvieron mayor extensión en La Aurora. Del total del área de estudio del hato La Aurora, los esteros abarcaron 446,34 ha (12,13%), los caños tuvieron una longitud de 44,46 km y las lagunas artificiales 4,47 ha (0,12%).

Discusión

La fluctuación del área de las sabanas inundables, húmedas y los esteros en los períodos climáticos, evidenciado en Miramar, no sólo está relacionado con la dinámica hídrica de las sabanas y el período monomodal del departamento, que permiten el avance del pajonal sobre los esteros secos (Guzmán-Lenis *et al*., 2016), sino también con la influencia o presión antrópica sobre el manejo y control de las sabanas, lo cual influye en la composición vegetal y por lo tanto podría influir en los desplazamientos y en las actividades diarias del chigüiro como el forrajeo.

A pesar de que La Aurora presentó mayores valores de riqueza y abundancia promedio en la diversidad florística y en la dieta potencial del chigüiro, la extensión de las UEH que más aportan al forraje o abundancia de especies es pequeño con respecto a otras UEH o coberturas de esta localidad y a los de Miramar. Aunque Miramar presentó valores bajos en comparación con La Aurora, las UEH que proporcionaron mayor riqueza tuvieron mayor disponibilidad de área.

La estructura temporal y espacial de la diversidad florística de herbáceas y rasantes en Miramar y La Aurora es importante para la caracterización de la dinámica del hábitat del chigüiro en las sabanas de la Orinoquia ya que proporciona información acerca de la disponibilidad y abundancia de las plantas que aportan a la dieta potencial de esta especie del total registrado durante el año. Con la caracterización vegetal se evidenció que las unidades de evaluación de hábitat (UEH) con mayor oferta (en el número de especies y mayor abundancia) no contienen los mayores valores de forraje o alimento potencial para el chigüiro, relación no proporcional que también se da en las épocas climáticas. De manera que, la menor riqueza o abundancia promedio de plantas no necesariamente presenta menor alimento potencial para el chigüiro. Como tampoco una UEH con baja abundancia presenta alta riqueza de especies.

Con respecto a la riqueza de alimento potencial, Barreto & Quintana (2013) señala las investigaciones que aluden sobre las cantidades de especies herbáceas y rasantes consumibles por el chigüiro y que son superiores a las registradas en este estudio, aunque existen coincidencias en cuanto a que el consumo principal de este roedor son las gramíneas. No obstante, de dichos estudios es el de Quintana *et al*. (1994 y 1998) en Argentina el que coincide con la cantidad reportada (n=12-18) en esta investigación. Cabe mencionar que las listas de alimento suelen reducirse a unas cuantas

especies que aportan altos porcentajes a la dieta total del chigüiro, por ejemplo, Forero-Montana *et al.* (2003), en Arauca, Colombia, reportaron que el mayor número de especies consumidas (n=89), sólo siete representan aproximadamente el 60% de la dieta.

Las variaciones en la riqueza y en la abundancia de alimento potencial para el chigüiro en las localidades, así como entre las épocas climáticas en Miramar (lluvia de 2015, sequía y lluvia de 216) y entre las distintas unidades de hábitat evaluadas son producto de la dinámica hídrica estacional, de las condiciones diferenciales en la geomorfología, drenaje, nivel de inundación, del uso, manejo y presiones antrópicas que se ejercen sobre las sabanas (Castellano-Castro 2011) como las quemas selectivas y esporádicas que se realizaron en el tiempo estudiado, lo cual podría llegar a condicionar el tipo, la cantidad y la calidad del forraje.

En cada uno de los períodos climáticos evaluados, diferentes UEH presentaron valores altos de riqueza y abundancia de alimento potencial, lo cual podría explicar que esta especie adapte sus estrategias de forrajeo a la variación estacional, según lo señalado por Barretero & Herrera (1998) y Quintana *et al.* (1998). Cabe mencionar el caso particular de los cuerpos de agua temporales, ya que cuando no son muy profundos la composición y la riqueza de especies suele cambiar en este tipo de UEH, de manera que la vegetación que está colonizando los esteros después de la época seca puede ser alimento temporal del chigüiro hasta que termine la transición climática. Posteriormente, cuando aumenta el pulso de inundación aparece la vegetación acuática (Rial, 2004), que puede ser un recurso importante de emergencia (Ojasti 1973) aunque no constituya el forraje principal de los chigüiros (Quintana *et al.* 1994).

Por otro lado, la estructura horizontal y vertical de la vegetación de las localidades podría determinar las diferencias en los mayores valores de cobertura climática y de escape que se presentaron.

En términos de variaciones temporales, cabe mencionar que el bosque de galería fue una de las UEH que más aportó a la cobertura climática y de escape para el chigüiro en época seca en Miramar, ya que provee agua permanente y abrigo natural que lo protege de la radiación solar y de depredadores aunque carece o es bajo el aporte de alimento. Según Ojasti (1973) esta cobertura

suele ser más concurrida en esta época climática cuando escasea el agua en las sabanas. No obstante, en este hato existe una franja de bosque de galería al norte de la ventana que podría tener un uso limitado por parte de los chigüiros en el período de sequía debido al movimiento de la especie, ya que sólo harían uso de esta UEH las manadas que se encuentren relativamente cerca, aproximadamente a un kilómetro de distancia de otras coberturas aledañas, porque el gasto energético para las actividades vitales suele ser relativamente bajo en dicha época climática (Ojasti 1973 y Quintana 1996).

Todo lo anterior sustenta como una sóla UEH o cobertura vegetal no ofrece de manera sustancial todos los recursos al mismo tiempo. Sin embargo, no hay que olvidar que la combinación de esteros u otros cuerpos de agua temporales o permanentes con vegetación asociada es determinante para el establecimiento de las poblaciones (MacDonald 1981), debido a que realizan sus diferentes actividades en la interfase tierra-agua; la primera suele ser utilizada para descansar y alimentarse principalmente y la segunda para la cópula, la termorregulación y protección contra depredadores (Herrera & Macdonald 1989). Además, la disponibilidad de los cuerpos de agua determina el desplazamiento de las manadas (Ojasti 1991), así como la forma y el tamaño del área de acción (Herrera & MacDonald 1989).

Nuestros resultados coincide con lo registrado con Guzmán-Lenis *et al*. (2014b) quienes señalan que cada tipo de UEH ofrece un recurso en particular, siendo necesaria la conjugación de éstas como una condición óptima o más adecuada para las poblaciones de chigüiros. Así mismo, diferentes investigaciones (Ojasti 1973, Herrera & MacDonalds 1989, Soini & Soini 1992, Clavijo 1993), señalan que los chigüiros utilizan el hábitat de forma diferencial, debido a que requieren de varios tipos de ambientes que respondan a sus requerimientos de vida.

En síntesis, estos resultados mostraron que diferentes tipos de sabana ofrecieron alimento al chigüiro. Los bosques y las sabanas húmedas con arbustos densos y con pajonales (incluidas las sabanas inundables), principalmente, brindaron protección del clima y refugio contra depredadores. Estos resultados, por su parte, coinciden con los registrados por Guzmán-Lenis *et al.* (2014b) y UNAL & Corporinoquia (2015), en cuanto a que se evidencia el aporte diferencial en el uso de

ambientes acuáticos, herbáceos, arbustivos o arbóreos, que le permiten al chigüiro su óptimo desarrollo al ofrecerle los recursos necesarios para satisfacer sus requerimientos de hábitat.

Por otro lado, es útil y necesario monitorear la variabilidad espacial y temporal de las variables bióticas y ambientales para describir o predecir los efectos de un impacto en las poblaciones (Green 1979, citado por Morrison *et al*. 2006). Finalmente, de acuerdo con la caracterización realizada el hábitat del chigüiro es dinámico en las sabanas inundables de la Orinoquia colombiana, por lo que varía entre localidades y UEH (variaciones espaciales) y en períodos de tiempo durante las épocas climáticas (variaciones temporales) que tienen efectos en las condiciones ecológicas del hábitat, en el que los recursos aumentan o disminuyen (Maldonado 2008).

Referencias bibliográficas

Aldana-Domínguez, J., M. I Vieira-Muñoz & D. C. Ángel-Escobar (eds). (2007). Estudios sobre la ecología del chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*), enfocados a su manejo y uso sostenible en Colombia. Instituto Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, D.C.

Atuesta, N., H. F. López-Arévalo, P. Sánchez-Palomino, O. L. Montenegro & C. I. Caro. (2014). Evaluación del estado de las poblaciones de chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*) presentes en los municipios de Paz de Ariporo y Hato Corozal (Casanare). Págs. 125-146 en H. F López-Arévalo, P. Sánchez-Palomino & O. L. Montenegro (eds), *El chigüiro Hydrochoerus hydrochaeris en la Orinoquía colombiana: Ecología, manejo sostenible y conservación.* Biblioteca José Jerónimo Triana No. 25. Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Barreto, G.R. & Herrera, E.A. (1998). Foraging patterns of capybaras in a seasonally flooded savanna of Venezuela. *Journal of Tropical Ecology, 14*, 87–98.

Barreto, G.R. & Quintana, R.D. (2013). Foraging strategies and feeding habits of capybaras. In *Capybara. Biology, use and conservation of an exceptional neotropical species*. (pp. 83-96). New York: Springer.

Blydenstein, J. (1967). Tropical savanna vegetation of the Llanos of Colombia. *Ecology*, 48(1), 1-15.

Bocard, D., F. Gillet & P. Legendre. 2011. Numerical ecology with R. Springer.

Bodmer, R. & J. G. Robinson. (2004). Evaluating the Sustainability of Hunting in the Neotropics. Págs. 299-323 en K. M. Silvius, R. Bodmer & J.M.V. Fragoso (eds), People in Nature: Wildlife Conservation in South and Central America. Columbia University Press, Nueva York.

Brower J.E, Zar J.H. & Von Ende, C.N. (1989). *Field and Laboratory methods for general ecology*. Dubuque Iowa: Brown publishers.

Buckland, S., D. Anderson, K. Burnham & J. Laake. (1993). Distance sampling: estimating abundance of biological populations. Champan & Hall, Nueva York.

Camargo, A. A. (2005). Área de acción y patrón de movimientos de tres manadas de chigüiros (*Hydrochaeris hydrochaeris*) en el Hato Miramar como herramienta de manejo en el municipio de Paz de Ariporo, Casanare. En *Fortalecimiento al control y seguimiento a las poblaciones de chigüiro, para la implementación de proyectos de uso sostenible en Casanare. Municipios de Paz de Ariporo y Hato Corozal. Convenio No. 72.* (pp. 109-130). Universidad de Los Llanos-UNILLANOS & Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Informe Final. Villavicencio.

Campos-Krauer, J. M. (2009). *Landscape ecology of the capybara (Hydrochoerus hydrochaeris) in the chaco region of Paraguay*. Thesis Doctor of philosophy. Division of Biology. College of Arts and Sciences. Kansas State University.

Campos-Krauer, J.M., Wisely, S.M., Benitez, I.K, Robles, V., Golightly, R. (2014). Home Range and Habitat Use of Capybara in Newly Invaded Pastureland in the Dry Chaco Region of Paraguay. *Therya*, 5(1), 61-79.

Castellano-Castro, C., Pinzón-Pérez, L., Cardona-Cardozo, A., Mora-Fernández, C., Vargar-Ríos, O. (2011). Estado de conservación de la vegetación del Bajo Río Pauto, Casanare Colombia). En *Mamíferos, Reptiles y Ecosistemas del Bloque Cubiro (Casanare): Educación Ambiental para la Conservación*. (pp. 155-190). Bogotá: Instituto de Estudios Ambientales Universidad Nacional de Colombia, Alange Energy Corp.

Conroy, M.J., J. P. Carroll, J. C. Senar & J. J Thompson. (2015). *Métodos cuantitativos para la conservación de los vertebrados*. Editorial Universidad de Nebraska, Lincoln.

Corporinoquia (s.f.). Síntesis de las medidas ambientales adelantadas por la corporación tendientes a superar la afectación en área de Sabana Inundable del Municipio de Paz de Ariporo, Casanare

por mortalidad de especies silvestres y plan de acción frente a posible ocurrencia. Yopal, Colombia: Corporinoquia.

Corriale, M. J. & Herrera, E.A. (2014). Patterns of habitat use and selection by the capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*): A landscape-scale analysis. *Ecological Research*, 29, 191–201.

Corriale, M. J. (2010). *Uso y selección de hábitat del carpincho (Hydrochoerus hydrochaeris) a distintas escalas espacio-temporales en los Esteros del Iberá, Corrientes, Argentina*. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires.

Dublin, H., & Taylor, R. (1996). Making Management Decisions from Data. In K. Kangwana (Ed.), Studying Elephants. Nairobi, Kenya: African Wildlife Foundation.

Forero-Montaña, J., Betancur, J., & Cavelier, J. (2003). Dieta del capibara *Hydrochaeris hydrochaeris* (Rodentia: Hydrochaeridae) en Caño Limón, Arauca, Colombia. *Revista de Biología Tropical*, *51*(2), 579–590.

Guzmán-Lenis, A. (2006). Evaluación de la calidad del hábitat disponible para el chigüiro. Cartilla 1. *En Registro y análisis de la información para el manejo sostenible de las poblaciones silvestres de chigüiros y sus hábitats en la Orinoquía colombiana. Guía de capacitación*. (pp. 1-164). Bogotá: Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia – Corporinoquia.

Guzmán-Lenis, A. R., A. A. Maldonado-Chaparro, H. F. López-Arévalo, P. Sánchez-Palomino, O. L. Montenegro & M. A. Torres. (2014a). Calidad de hábitat disponible para el chigüiro en las sabanas inundables de la Orinoquía: Propuesta metodológica. En *El chigüiro Hydrochoerus hydrochaeris en la Orinoquía Colombiana: Ecología, manejo sostenible y conservación*. (pp. 59-75). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

Guzmán-Lenis, A. R., A. A. Maldonado-Chaparro, H. F. López-Arévalo, P. Sánchez-Palomino, O. L. Montenegro & M. A. Torres. (2014b). Evaluación de la calidad del hábitat disponible para el chigüiro en el municipio de Paz de Ariporo, Casanare. En *El chigüiro Hydrochoerus hydrochaeris en la Orinoquía Colombiana: Ecología, manejo sostenible y conservación*. (pp. 77-101). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

Gysel, L. W. & L. J. Lyon. (1980). Análisis y evaluación de hábitat. En: *Manual de técnicas de gestión de vida silvestre.* (pp. 321-344). Estados Unidos de América: Wildlife Society, Maryland.

Hall, L.S., Krausman, P.R., Morrison, M.L. (1997). The habitat concept and a plea for standard terminology. *Wildlife Society Bulletin*, 25(1), 173-182.

Hill, M.O. 1979. Twinspan-A Fortran Program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of the individuals and attributes. Cornell University, Ithaca, New York.

Hammer, Ø.H.D., Ryan, P.D. (2001). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4 (1), 9.

Herrera, E. A. (1998). Reproductive strategies of female capybaras: dry season gestations. *Symp Zool Soc Lond,* 71, 381-392.

Herrera, E. A., & Macdonald, D. W. (1989). Resource utilization and territoriality in group-living capybaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*). *Journal of Animal Ecology*, *58*(2), 667–679.

Herrera, E. A., Salas, V., Congdon, E. R., Corriale, M. J., & Tang-Martínez, Z. (2011). Capybara social structure and dispersal patterns: Variations on a theme. *Journal of Mammalogy*, 92(1), 12–20.

Hill, M.O. (1979). *Twinspan: a FORTRAN program for arranging multivariate data in ordered two-way table by classification of the individuals and attributes*. New York: Cornell University, Ithaca.

IDEAM (2003). Principales parámetros meteorológicos (promedios históricos 1961-1990). Yopal: IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales).

Jorgenson, J. P. (1986). Notes on the ecology and behavior of capybaras in northeastern Colombia. *Vida Silvestre Neotropical,* 1(1):31-40.

Laake, J. L., S. T. Buckland, D. R. Anderson & F. Collins. 1996. Distance User'S Guide. Version 2.2. Colorado Cooperative Fish & Wildlife Research Unit Colorado State University, Fort Collins, Estados Unidos de América.

Maldonado-Chaparro, A., & Blumstein, D. T. (2008). Management implications of capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) social behavior. *Biological Conservation*, 141(8), 1945–1952.

Mesa-González, E. & López-Arévalo, H.F. (2014). El chigüiro Hydrochoerus hydrochaeris (Linnaeus, 1766). En *El chigüiro Hydrochoerus hydrochaeris en la Orinoquía colombiana: Ecología, manejo sostenible y conservación*. (pp. 21-41). Bogotá: Biblioteca José Jerónimo Triana No. 25. Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia.

Moreira, J. R. (1995). The reproduction, demography and management of capybaras (Hydrochaeris hydrochaeris) on Marajó Island – Brazil. D.Phil. thesis. Oxford: University of Oxford.

Moreira, J.R., K. M. Ferraz, E. A. Herrera & D. W. Macdonald (eds). 2013. Capybara, Biology, Use and Conservation of an Exceptional Neotropical Species. Springer Science, Nueva York.

Morrison, M. L., Marcot, B.G., Mannam, W. M. (2006). *Wildlife habitat relationships: concepts and applications.* Third Edition. United States of America: Island Press.

OIKOS. (2003). Caracterización de las poblaciones silvestres de chigüiro y sus hábitats en las sabanas anegables del departamento de Casanare con miras a formular una propuesta de conservación y uso sostenible. Gobernación de Casanare- Grupo de Estudios Ecológicos Oikos, Bogotá.

Ojasti, J. (1973). E*studio biológico del chigüire o capibara*. Caracas: Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuaria. Editorial Sucre.

Ojasti, J. (2003). Bibliografía comentada sobre el chigüire en Venezuela. *Acta Biol. Venez*., Vol. 23 (4), 43-68

Pinzón-Pérez, L., Castellano-Castro, C., Cardona-Cardozo, A., Mora-Fernández, C. y Vargas-Ríos, O. (2011). Caracterización de las comunidades vegetales presentes en el Bloque Cubiro, cuenca baja del Río Pauto, Casanare (Colombia). En *Mamíferos, Reptiles y Ecosistemas del Bloque Cubiro (Casanare): Educación Ambiental para la Conservación*. (pp. 100-154). Bogotá: Instituto de Estudios Ambientales Universidad Nacional de Colombia, Alange Energy Corp.

Quintana, R.D. & Rabinovich, J. (1993). Assessment of capybara (*Hydrochaerus hydrochaeris*) populations in the wetlands of Corrientes Argentina Wetlands. *Ecology and Management*, 2(4), 223-230.

Quintana, R.D. (1996). *Análisis y evaluación de la aptitud de hábitat del carpincho (Hydrochaeris hydrochaeris) en relación con la heterogeneidad del paisaje y las interacciones con ganado doméstico*. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires.

Quintana, R.D. (1999). Relationship between a wetland landscape structure and wildlife: the capybara (*Hydrochaeris hydrochaeris*) as a study case. En: T*ópicos sobre humedales subtropicales y templados de Sudamérica*. (185-204). Montevideo: ORCyT – MAB/UNESCO.

Quintana, R.D., Monge, S., Malvarez, A.I. (1994). Feeding habits of capybara (*Hydrochaerus hydrochaeris*) in afforestation areas of the lower delta of the Paraná river, Argentina. *Mammalia*, *58*(4), 569–580.

Quintana, R.D., Monge, S., Malvarez, A.I. (1998). Feeding patterns of capybara *Hydrochaeris hydrochaeris* (Rodentia, Hydrochaeridae) and cattle in the non-insular area of the lower Delta of the Parana river, Argentina. *Mammalia*, 62, 37-52.

Quiroga, G. T., Álvarez-Méndez, O. (2014). Buenas prácticas en el beneficio de chigüiros (*Hydrochoerus hydrochaeris*). En H. F. López-Arévalo, P. Sánchez-Palomino, & O. L. Montenegro (Eds.), El chigüiro *Hydrochoerus hydrochaeris* en la Orinoquía colombiana: Ecología, manejo sostenible y conservación (Biblioteca José Jerónimo Triana No. 25. ed.). Bogotá: Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia.

Rial, A. (2004). Acerca de la dinámica temporal de la vegetación en un humedal de los Llanos de *Venezuela, Mem. Fund. La Salle Cienc. Nat*., 158, 59-71.

Rial, A. (2006). Variabilidad espacio-temporal de las comunidades de plantas acuáticas en un humedal de los Llanos de Venezuela. *Rev. de Biol. Trop, 54*, 403–413.

Rudas-Lleras, A. (2015). Método del cuadrante errante. Análisis de datos. Universidad Nacional de Colombia. Inédito.

Sarmiento, G. (1984). *The ecology of Neotropical Savannas*. Harvard University Press, Cambridge.

Schivo, F., Kandus, P., Bolkovic, M.L., Minottie, P.G., Trilla, G., Quintana, R.D. (2015). A habitat suitability model for capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) at its core area in Argentina. *Tropical Conservation Science*, 8(1), 150–168.

Thomas, L., S. Buckland, K. P. Burnham, D. R. A., J. L. Laake, D. L. Borchers & S. Strindberg. (2002). Págs. 544-552 Distance Sampling en A. El-Shaarawi & W. Piegorsch, Encyclopedia of Environmetrics. Blackwell Publishing, Chichester, Reino Unido.

Thomas, L., S.T. Buckland, E.A. Rexstad, J. L. Laake, S. Strindberg, S. L. Hedley, J. R.B. Bishop, T. A. Marques & K. P. Burnham. (2010). Distance software: design and analysis of distance sampling surveys for estimating population size. *Journal of Applied Ecology* 47, 5-14.

Tiboche, A. (2016). Análisis de los cambios en el tamaño, densidad y estructura poblacional del chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*), como herramienta para el establecimiento de una unidad de manejo sostenible en Paz de Ariporo, Casanare tesis de Maestría en Ciencias - Biología. Universidad Nacional de Colombia.

Ulloa, A. R. & E. Chacón-Moreno. 2005. Distribución del hábitat del chigüire en sabanas inundables del Hato El Frío, Venezuela. Congreso Internacional en Conservación y Manejo de Vida Silvestre. 21 al 25 febrero de 2005. Heredia, Costa Rica.

UNAL-Universidad Nacional de Colombia & CORPORINOQUIA. (2015). Estado actual de las poblaciones de Chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*) y su hábitat bajo escenario de intervención antrópica y cambio climático, en el departamento de Arauca y Casanare en

jurisdicción de Corporinoquia. Convenio interadministrativo 200-15-15-022. Informe final. Bogotá.

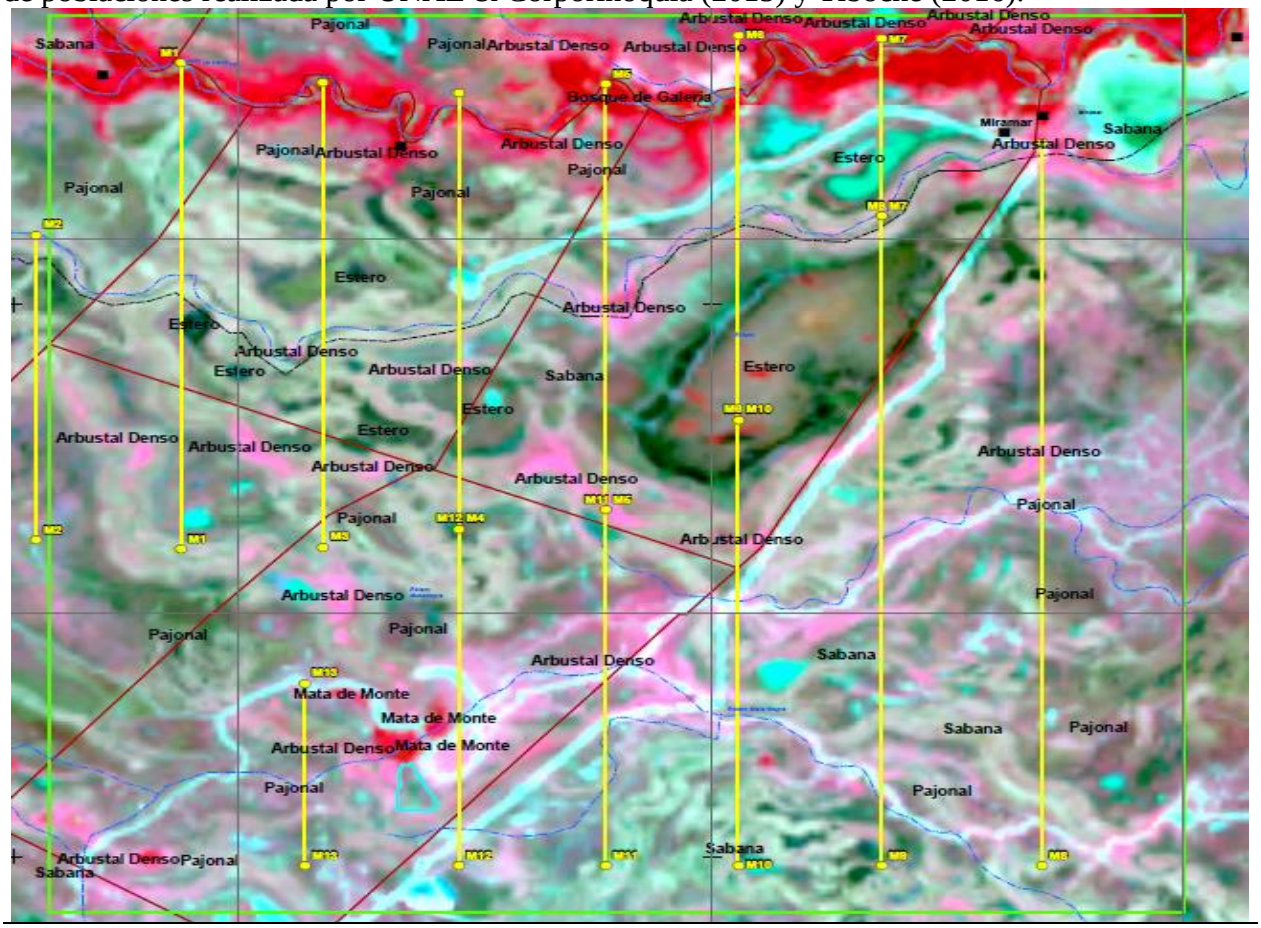
Van der Hammen, T & Rangel-Ch, J.O. (1997). El estudio de la vegetación en Colombia (Recuento histórico-tareas futuras). En *Colombia Diversidad Biótica Volumen II* (pp. 17-57). Bogotá: Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, IDEAM.

Yarrow, G. (2009). Habitat Requirements of Wildlife: Food, Water, Cover and Space. *Forestry and Natural Resourses. Fact Sheet*, (14), 1-5.

Anexos

Anexo 1. Cartografía base de las localidades para determinar los puntos de muestreo y proporción de áreas de UEH.

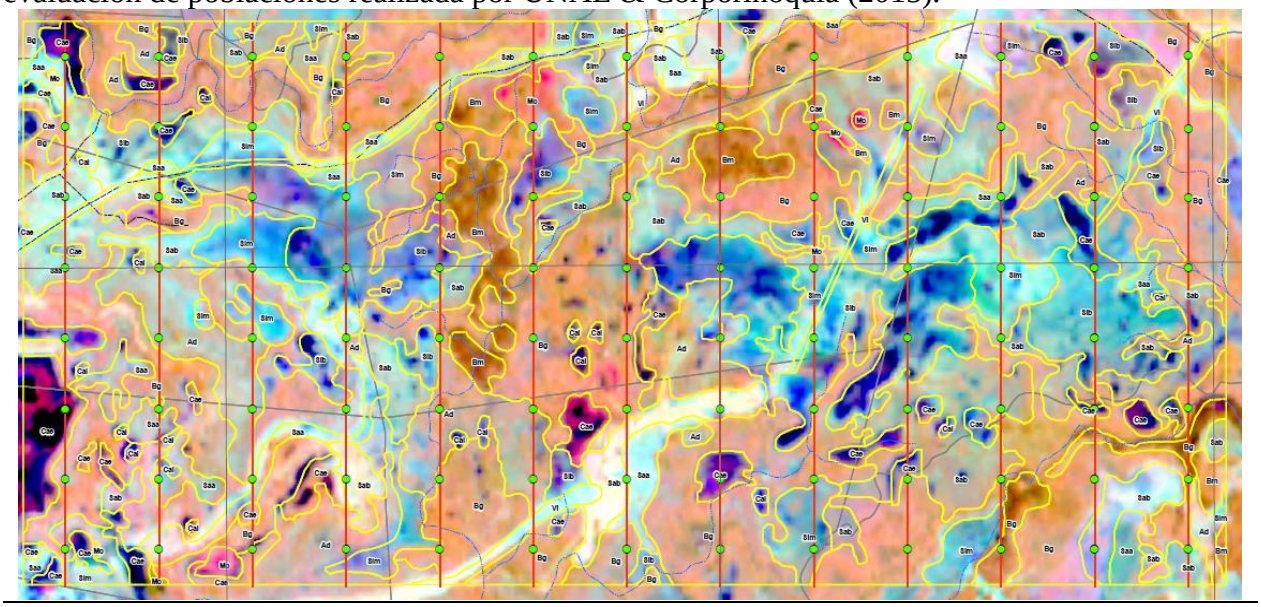
Anexo 1a. Ventana para el Hato Miramar. Las líneas amarillas son los trasectos para la evaluación de poblaciones realizada por UNAL & Corporinoquia (2015) y Tiboche (2016).



UEH	Superficie (ha)	% del área total	Puntos de muestreo
Bg	136.29	3.58	2
Mm	113.97	2.99	3
Ad	97.95	2.57	1
Saab	157.05	4.13	4
Saa	543.01	14.27	4
Sim	1056.95	27.77	5
Sib	1108.24	29.12	6
Cae	442.34	11.62	3
Cal	7.83	0.21	--
Cñ	86.97	2.29	--
Car	50.65	0.13	--
	3806.05	**100**	**28**

Unidades de Evaluación de Hábitat (UEH). Bosque de galería (Bg), mata de monte (Mm), Arbustal Denso (Ad), Sabana Arbustada (Saab), Sabana Alta (Saa), Sabana Inundable Media (Sim), Sabana Inundable Baja (Sib), Cuerpo de agua estacional o esteros (Cae), lagunas o cuerpos de agua permanentes (Cal), caños (Cñ), carretera o terraplén (Car).

Anexo 1b. Ventana para el Hato La Aurora. Las líneas amarillas son los trasectos para la evaluación de poblaciones realizada por UNAL & Corporinoquia (2015).



UEH	Superficie (ha)	% del área total	Puntos de muestreo
Bg	749.45	20.86	4
Mm	125.75	3.50	4
Ad	184.49	5.14	2
Saab	358.39	9.98	2
Saa	636.47	17.72	4
Sim	657.55	18.31	8
Sib	409.74	11.41	1
Me	38.79	1.08	1
Cae	406.76	11.32	3
Cal	24.61	0.69	--
	3592	**100**	**29**

Unidades de Evaluación de Hábitat (UEH). Bosque de galería (Bg), mata de monte (Mm), Arbustal Denso (Ad), Sabana Arbustada (Saab), Sabana Alta (Saa), Sabana Inundable Media (Sim), Sabana Inundable Baja (Sib), Médano (Med), Cuerpo de agua estacional o esteros (Cae), lagunas (Cal), caños (Cñ).

Anexo 2. Lista de especies potencialmente consumibles por el chigüiro en Sudamérica. Compilada por Guzmán-Lenis (2006) y actualizada por UNAL & Corporinoquia (2015).

Familia	Especie
Alismataceae	*Echinodorus paniculatus*
Alismataceae	*Sagittaria montevidensis*
Alismataceae	*Alternanthera philoxeroides*
Amaranthaceae	*Cyathula prostrata*
Araceae	*Montrichardia arborescens*
Arecaceae	*Attalea phalerata*
Asclepiadaceae	*Sarcostemma clausum*
Asteraceae	*Clibadium sp.*
Asteraceae	*Mikania congesta*
Asteraceae	*Synedrella nodiflora*
Asteraceae	*Vernonia brasiliensis*
Asteraceae	*Vernonia scabra*
Boraginaceae	*Cordia sp.*
Boraginaceae	*Rochefortia spinosa*
Bromeliaceae	*Bromelia balansae*
Cannaceae	*Canna glauca*
Convolvulaceae	*Aniseia martinicensis*
Convolvulaceae	*Ipomoea batatas*
Convolvulaceae	*Ipomoea setifera*
Cucurbitaceae	*Momordica charantia*
Cyperaceae	*Bulbostylis sp.*
Cyperaceae	*Carex riparia*
Cyperaceae	*Cyperus brevifolius*
Cyperaceae	*Cyperus compressus*
Cyperaceae	*Cyperus digitatus*
Cyperaceae	*Cyperus esculentus*
Cyperaceae	*Cyperus giganteus*
Cyperaceae	*Cyperus iria*
Cyperaceae	*Cyperus luzulae*
Cyperaceae	*Cyperus sesquiflorus*
Cyperaceae	*Cyperus surinamensis*
Cyperaceae	*Dichromena ciliata*
Cyperaceae	*Eleocharis acutangula*
Cyperaceae	*Eleocharis fistulosa*
Cyperaceae	*Eleocharis intersticta*

Cyperaceae	*Eleocharis minima*
Cyperaceae	*Eleocharis mutata*
Cyperaceae	*Fimbristylis dichotoma*
Cyperaceae	*Fimbristylis littoralis*
Cyperaceae	*Lipocarpha sphacelata*
Cyperaceae	*Rhynchospora corymbosa*
Cyperaceae	*Rhynchospora pubera*
Cyperaceae	*Rhynchospora holoschoenoides*
Cyperaceae	*Rhynchospora setacea*
Cyperaceae	*Scirpus cubensis*
Cyperaceae	*Scleria melaleuca*
Cyperaceae	*Torulinium odoratum*
Cyperaceae	*Carex fuscula*
Cyperaceae	*Eleocharis spp*
Equisetaceae	*Equisetum sp.*
Euphorbiaceae	*Caperonia castaneifolia*
Euphorbiaceae	*Euphorbia hyssopifolia*
Euphorbiaceae	*Phyllanthus urinaria*
Heliconiaceae	*Heliconia marginata*
Juncaceae	*Juncus sp.*
Leguminosae (Caes.)	*Chamaecrista nictitans*
Leguminosae (Faba.)	*Aeschynomene sp.*
Leguminosae (Faba.)	*Calopogonium mucunoides*
Leguminosae (Faba.)	*Centrosema sp.*
Leguminosae (Faba.)	*Crotalaria pallida*
Leguminosae (Faba.)	*Desmodium barbatum*
Leguminosae (Faba.)	*Desmodium incanum*
Leguminosae (Faba.)	*Desmodium scorpiurus*
Leguminosae (Faba.)	*Indigofera hirsuta*
Leguminosae (Faba.)	*Machaerium aculeatum*
Leguminosae (Faba.)	*Rhynchosia minima*
Leguminosae (Faba.)	*Trifolium repens*
Leguminosae (Mimo.)	*Acacia glomerosa*
Leguminosae (Mimo.)	*Acacia sp.*
Leguminosae (Mimo.)	*Mimosa asperata*
Leguminosae (Mimo.)	*Mimosa pellita*
Leguminosae (Mimo.)	*Mimosa pudica*
Limnocharitaceae	*Hydrocleys nymphoides*
Malvaceae	*Sida rhombifolia*

Marantaceae	*Thalia geniculata*
Menyanthaceae	*Nymphoides indica*
Monocotildedonea	*Acrocomia sp.*
Oenotheraceae	*Ludwigia octovalvis*
Oxalidaceae	*Oxalis sp.*
Poaceae	*Andropogon bicornis*
Poaceae	*Andropogon hypogynus*
Poaceae	*Andropogon leucostachyus*
Poaceae	*Andropogon selloanus*
Poaceae	*Axonopus fissifolius*
Poaceae	*Axonopus compressus*
Poaceae	*Axonopus purpusii*
Poaceae	*Axonopus scoparius*
Poaceae	*Brachiaria plantaginea*
Poaceae	*Cynodon dactylon*
Poaceae	*Dactyloctenium aegyptium*
Poaceae	*Digitaria bicornis*
Poaceae	*Digitaria eriantha*
Poaceae	*Digitaria fuscescens*
Poaceae	*Echinochloa colona*
Poaceae	*Echinochloa colonum*
Poaceae	*Echinochloa polystachya*
Poaceae	*Eleusine indica*
Poaceae	*Eragrostis acutiflora*
Poaceae	*Eragrostis bahiensis*
Poaceae	*Eragrostis maypurensis*
Poaceae	*Eragrostis tenella*
Poaceae	*Hymenachne amplexicaulis*
Poaceae	*Hyparrhenia rufa*
Poaceae	*Leersia hexandra*
Poaceae	*Lolium multiflorum*
Poaceae	*Luziola sp.*
Poaceae	*Mesosetum chaseae*
Poaceae	*Oplismenus burmanii*
Poaceae	*Oryza perennis*
Poaceae	*Panicum dichotomiflorum*
Poaceae	*Panicum grande*
Poaceae	*Hymenachne grumosa*
Poaceae	*Panicum junceum*

Poaceae	*Panicum laxum*
Poaceae	*Panicum maximum*
Poaceae	*Panicum pilosum*
Poaceae	*Panicum repens*
Poaceae	*Panicum sabulorum*
Poaceae	*Panicum zizanioides*
Poaceae	*Paratheria prostrata*
Poaceae	*Paspalidium paludivagum*
Poaceae	*Paspalum chaffanjonii*
Poaceae	*Paspalum conjugatum*
Poaceae	*Paspalum fasciculatum*
Poaceae	*Paspalum notatum*
Poaceae	*Paspalum orbiculatum*
Poaceae	*Paspalum distichum*
Poaceae	*Paspalum plicatulum*
Poaceae	*Paspalum quadrifarium*
Poaceae	*Paspalum repens*
Poaceae	*Paspalum virgatum*
Poaceae	*Pennisetum purpureum*
Poaceae	*Reimarochloa acuta*
Poaceae	*Sacciolepis myuros*
Poaceae	*Setaria geniculata*
Poaceae	*Sporobolus indicus*
Poaceae	*Stipa hyalina*
Poaceae	*Brachiaria arrecta*
Poaceae	*Brachiaria decumbens*
Poaceae	*Brachiaria subquadripara*
Poaceae	*Zizaniopsis bonariensis*
Poaceae	*Oryza sativa*
Poaceae	*Luziola peruviana*
Poaceae	*Digitaria sp.*
Poaceae	*Luziola brasiliana*
Poaceae	*Paspalum JCA2927*
Polygonaceae	*Polygonum acuminatum*
Pontederiaceae	*Eichhornia azurea*
Pontederiaceae	*Eichhornia crassipes*
Pontederiaceae	*Eichhornia diversifolia*
Pontederiaceae	*Heteranthera limosa*
Pontederiaceae	*Pontederia lanceolata*

Rubiaceae	*Borreria latifolia*
Rubiaceae	*Oldenlandia corymbosa*
Rubiaceae	*Rhandia sp.*
Salvineaceae	*Salvinia auriculata*
Salvineaceae	*Salvinia rotundifolia*
Sapindaceae	*Serjania atrolineata*
Solanaceae	*Solanum viarum*
Sterculiaceae	*Waltheria communis*
Tiliaceae	*Corchorus sp.*
Verbenaceae	*Lantana camara*
Xyridaceae	*Xyris sp*
Indeterminada	*Indet AR9527*
Indeterminada	*Indet AR9551*
Indeterminada	*Indet AR9572*
Indeterminada	*Indet JCA2934*
Indeterminada	*Indet JCA2939*
Indeterminada	*Indet JCA3010*
Indeterminada	*Indet JCA3041*
Indeterminada	*Indet JCA2927*

Las especies indeterminadas relacionadas (sombreado gris) fueron incluidas porque se registró el consumo de éstas en campo.

Anexo 3. Estadísticos de las pruebas. **Anexo 3.1.** Estadísticos de las pruebas para Miramar.

Variable	Período	Media	DE	Levene's		LSD Fisher	Kruskal-Wallis	
				Prueba	Valor-P	UEH Sig.	UEH Sig.	Estadístico	Valor-P
RiqTotal	Ll2015	20,77	7,05	8,49	0,0004	SaHum / SaHumArb, SaHumArb / SaInun	Mm - SaHum, Mm - SaInun, SaHum - SaHumArb, SaHumArb - SaInun, SaInun - SaSec	14,21	0,0144
	Seq2016	10,35	4,44	6,88	0,0009	SaHum / SaHumArb, SaHumArb / SaSec	Mm - SaHum, Mm - SaHumArb, Mm - SaInun, SaHumArb - SaSec, SaInun - SaSec	12,71	0,0478
	Ll2016	27,13	8,72	3,83	0,0147	-	Cae - Mm, Cae - SaHum, Cae - SaHumArb, Cae - SaInun, Cae - SaInunArb, Mm - SaHum, Mm - SaHumArb, Mm - SaInun, Mm - SaInunArb, Mm - SaSec, SaHum - SaSec, SaHumArb - SaSec	16,76	0,0102
AbunTotal	Ll2015	77,27	22,29	5,12	0,0054	Cae / SaHum, Cae / SaInun, SaHum / SaHumArb, SaHumArb / SaInun	SaHum - SaHumArb, SaHumArb - SaInun, SaHumArb - SaSec	8,78	0,1182
	Seq2016	59,35	19,58	1,03	0,4413	-	CaeSec - Mm, CaeSec - SaHumArb, Mm - SaHum, Mm - SaInun, Mm - SaInunArb, Mm - SaSec	11,16	0,0834
	Ll2016	72,89	13,73	2,27	0,0890	Mm / SaInun	Cae - Mm, Mm - SaHum, Mm - SaHumArb, Mm - SaInun, Mm - SaInunArb, Mm - SaSec	10,03	0,1236
RiqAlim	Ll2015	3,73	1,03	0,80	0,5681	Cae / SaHum, Cae / SaHumArb, Cae / SaInun, Cae / SaSec, Cae / SaHum, Cae / SaHumArb, Cae / SaInun, Cae / SaSec	Cae - SaHum, Cae - SaHumArb	10,38	0,0651
	Seq2016	2,26	1,01	3,95	0,0129	CaeSec / Mm, Mm / SaHum, Mm / SaHumArb, Mm / SaInun, Mm / SaSec	CaeSec - SaHumArb, Mm - SaHumArb, SaHumArb - SaInunArb	9,74	0,1359

	Ll2016	4,26	1,51	6,87	0,0009	Cae / Mm, Mm / SaHum, Mm / SaHumArb, Mm / SaInun, Mm / SaSec, SaHumArb / SaSec	Cae - SaHumArb, Mm - SaHum, Mm - SaHumArb, Mm - SaInun	10,57	0,1028
	Ll2015	36,04	11,26	3,40	0,0279	SaInun / SaSec	-	2,81	0,7286
AbunAlim	Seq2016	28,08	25,29	5,73	0,0024	CaeSec / SaHum, CaeSec / SaHumArb, CaeSec / SaInun, CaeSec / SaSec	CaeSec - SaHum	10,65	0,0999
	Ll2016	18,36	8,71	4,10	0,0111	Mm / SaHum	-	5,00	0,5436

Anexo 3.2. Estadísticos de las pruebas para La Aurora.

Variable	Período	Media	DE	Levene's		LSD Fisher	Kruskal-Wallis	
				Prueba	Valor-P	UEH Sig.	UEH Sig.	Estadístico	Valor-P
RiqTotal	Ll2015	20,77	7,05	8,49	0,0004	SaHum / SaHumArb, SaHumArb / SaInun	Mm - SaHum, Mm - SaInun, SaHum - SaHumArb, SaHumArb - SaInun, SaInun - SaSec	14,21	0,0144
	Seq2016	10,35	4,44	6,88	0,0009	SaHum / SaHumArb, SaHumArb / SaSec	Mm - SaHum, Mm - SaHumArb, Mm - SaInun, SaHumArb - SaSec, SaInun - SaSec	12,71	0,0478
	Ll2016	27,13	8,72	3,83	0,0147	-	Cae - Mm, Cae - SaHum, Cae - SaHumArb, Cae - SaInun, Cae - SaInunArb, Mm - SaHum, Mm - SaHumArb, Mm - SaInun, Mm - SaInunArb, Mm - SaSec, SaHum - SaSec, SaHumArb - SaSec	16,76	0,0102
AbunTotal	Ll2015	77,27	22,29	5,12	0,0054	Cae / SaHum, Cae / SaInun, SaHum / SaHumArb, SaHumArb / SaInun	SaHum - SaHumArb, SaHumArb - SaInun, SaHumArb - SaSec	8,78	0,1182
	Seq2016	59,35	19,58	1,03	0,4413	-	CaeSec - Mm, CaeSec - SaHumArb, Mm - SaHum, Mm - SaInun, Mm - SaInunArb, Mm - SaSec	11,16	0,0834
	Ll2016	72,89	13,73	2,27	0,0890	Mm / SaInun	Cae - Mm, Mm - SaHum, Mm - SaHumArb, Mm - SaInun, Mm - SaInunArb, Mm - SaSec	10,03	0,1236
RiqAlim	Ll2015	3,73	1,03	0,80	0,5681	Cae / SaHum, Cae / SaHumArb, Cae / SaInun, Cae / SaSec, Cae / SaHum, Cae / SaHumArb, Cae / SaInun, Cae / SaSec	Cae - SaHum, Cae - SaHumArb	10,38	0,0651
	Seq2016	2,26	1,01	3,95	0,0129	CaeSec / Mm, Mm / SaHum, Mm / SaHumArb, Mm / SaInun, Mm / SaSec	CaeSec - SaHumArb, Mm - SaHumArb, SaHumArb - SaInunArb	9,74	0,1359

	Ll2016	4,26	1,51	6,87	0,0009	Cae / Mm, Mm / SaHum, Mm / SaHumArb, Mm / SaInun, Mm / SaSec, SaHumArb / SaSec	Cae - SaHumArb, Mm - SaHum, Mm - SaHumArb, Mm - SaInun	10,57	0,1028
	Ll2015	36,04	11,26	3,40	0,0279	SaInun / SaSec	-	2,81	0,7286
AbunAlim	Seq2016	28,08	25,29	5,73	0,0024	CaeSec / SaHum, CaeSec / SaHumArb, CaeSec / SaInun, CaeSec / SaSec	CaeSec - SaHum	10,65	0,0999
	Ll2016	18,36	8,71	4,10	0,0111	Mm / SaHum	-	5,00	0,5436

Anexo 4. Matrices de los resultados del Análisis de Twinspan.

Anexo 4a. Matriz de los resultados del Análisis de Twinspan para Miramar en lluvia de 2015 y 2016.

	Especies	1	3	17	19	20	2	10	25	24	12	18	28	7	23	26	11	14	9	8	27	4	15	
4	Andrleuc	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*000000
11	BurmAR95	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*000000
13	Clidcapi	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*000000
26	Hydrspin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	*000000
28	Ipomhede	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*000000
45	Panimert	-	-	-	-	-	1	1	1	-	1	-	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	*000000
48	Phylhyss	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	*000000
61	Schubrac	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*000000
68	Sipaveri	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*000000
1	Acislimn	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*000001
19	Diodtere	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*000001
27	Hyptluti	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*000001
31	Limnpalu	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*000001
77	Tricvert	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*000001
6	AxonAR95	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*000010
14	Clitfalc	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*000010
15	CuphAR95	-	-	-	1	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	*000010
43	PaniAR95	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*000010
52	PoacAR95	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	*000010
54	PoacAR95	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*000010
57	Rhyngran	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*000010
62	Sclegaer	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*000010
65	Selahumb	-	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	1	-	-	-	-	1	1	-	*000010
73	Synganom	-	-	1	1	1	1	1	1	1	-	1	1	1	1	1	-	-	-	-	1	-	-	*000011
18	Desmvill	-	-	-	1	1	-	-	1	1	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	*000100
41	Oldelanc	-	-	-	1	-	-	1	-	1	1	-	-	-	-	-	1	-	-	<	-	-	-	*000100
9	Bacorepe	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	1	1	-	-	1	-	1	-	-	1	-	-	*000101

38	Mimoxant	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	1	1	-	-	1	-	-	1	-	*000101
49	Phylstip	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	1	-	*000101
69	Speralat	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	*000101
56	RhynAR95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	*000110
12	Chamcord	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	*000111
23	Eragacut	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	*000111
24	Fimbdich	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	*000111
32	Linddiff	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	1	-	*000111
51	PoacAR95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	*000111
75	Tricvert	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	*000111
37	Melospic	1	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	-	1	1	1	-	-	1	-	*0010
58	Rhynblep	-	-	1	1	1	1	1	-	1	1	1	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	*0010
63	ScleJCA2	-	-	1	1	-	1	1	-	1	-	1	1	1	1	1	1	-	-	-	1	1	-	*0010
64	ScroJCA3	-	-	1	-	-	1	1	1	1	1	1	-	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	*0010
2	Acisquad	-	1	1	1	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	1	1	-	*001100
3	Andrbico	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	1	-	-	1	1	-	1	-	1	1	-	*001100
5	Ascobras	-	1	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	*001100
8	Axonpurp	1	1	1	1	1	1	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	*001100
10	Bacosalz	1	1	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	*001100
20	Eleoconf	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*001100
21	Eleogeni	1	-	1	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1	-	1	1	1	1	-	-	*001100
22	Eleoretr	1	1	1	1	1	-	-	1	1	1	-	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	*001100
25	GentBE00	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*001100
29	Kyllodor	-	1	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	-	*001100
30	Leerhexa	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*001100
34	Ludwsedo	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*001100
35	Luziperu	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*001100
36	Mayafluv	1	1	-	-	-	1	1	-	-	1	-	-	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	*001100
40	Nympindi	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	*001100
50	PoacAR95	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*001100
55	Pontsubo	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*001100

59	Saccmyur	-	1	1	-	-	1	1	-	1	1	-	-	1	1	1	1	1	1	-	1	-	-	*001100
60	Sagiguay	1	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*001100
71	Stauspra	1	1	-	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	1	-	1	1	-	*001100
72	Steilaxu	1	1	1	-	1	1	1	1	1	1	-	-	1	1	1	1	1	-	1	-	1	-	*001100
74	Tonifluv	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	*001100
76	Tonifluv	-	5	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*001100
16	Cypehasp	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	*001101
42	Paeptort	-	1	-	-	-	1	-	-	1	1	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	*001101
44	Panihirt	-	1	-	1	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	*001101
47	Philhoff	-	-	1	-	-	1	-	1	1	-	1	1	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	*001101
66	Sidarhom	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	*00111
17	Desmtrif	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	1	1	-	-	1	-	1	1	-	1	*010
33	Ludwerec	-	-	1	-	1	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	-	1	1	1	1	1	1	*010
7	Axoncomp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	*011
39	MurdAR95	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	1	-	-	1	*011
53	PoacAR95	1	1	-	1	1	1	-	1	1	-	1	1	1	-	-	-	-	1	1	1	1	1	*011
70	Sperocym	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	1	*011
46	Pasporbi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	*1
67	Sidaserr	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	*1
		*00	*00	*00	*0100	*0100	*01010	*010110	*010110	*010110	*010111	*010111	*010111	*010111	*010111	*010111	*01100	*01100	*01101	*01101	*01101	*0111	*1	

Anexo 4b. Matriz de los resultados del Análisis de Twinspan para Miramar en sequía de 2016.

	Especies	1	17	23	24	7	10	26	11	25	2	3	16	4	12	19	28	9	27	8	13	14	15	18	
16	DigiCNC0	-	1	1	1	1	-	1	-	-	1	-	1	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	1	*000
43	MelaCNC0	-	-	1	1	1	1	-	1	1	1	-	1	1	1	1	1	1	-	1	-	-	-	1	*000
7	AxonCNC0	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*00100
9	Axonfiss	-	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*00100
10	Axonpurp	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*00100
12	ClidCNC0	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*00100
28	Hyptluti	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*00100
33	IndeCNC0	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*00100
35	IndeCNC0	-	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*00100
37	Inde1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*00100
41	Leerhexa	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*00100
66	PoacCNC0	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*00100
1	Acislimn	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*001010
6	AsteCNC0	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*001010
27	Hydrspin	-	1	1	-	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*001010
31	IndeCNC0	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*001010
56	PoacCNC0	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*001010
45	Mimoxant	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*001011
61	PoacCNC0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*001011
50	Paspnota	-	1	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	*00110
69	Sidarhom	-	1	1	1	1	-	-	1	-	-	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*00110
70	Sidaserr	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*00110
72	Tricvert	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*00110
46	Nympindi	-	1	1	1	1	1	-	-	1	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	*00111
55	PoacCNC0	1	1	-	-	1	-	1	1	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*00111
15	Desmtrif	-	-	-	-	-	1	1	1	1	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	*010
18	DoliCNC0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	*010
23	Eragacut	-	-	-	-	1	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*010

3	Andrbico	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*011000
25	FabaCNC0	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*011000
26	FabaCNC0	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*011000
30	IndeCNC0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*011000
34	IndeCNC0	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*011000
36	IndeCNC0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*011000
39	Inde3	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*011000
40	IpomCNC0	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*011000
47	Oldelanc	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*011000
58	PoacCNC0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*011000
63	PoacCNC0	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*011000
67	Pontsubo	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*011000
17	Diodtere	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*011001
38	Inde2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*011001
44	Melospic	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*011001
19	Echipani	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*01101
22	Eleogeni	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*01101
42	Ludwrigi	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	-	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	*01101
54	PoacCNC0	-	-	-	-	-	-	1	1	-	1	1	1	1	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	*01101
57	PoacCNC0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	*01110
4	Andrvirg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	*01111
11	Capepalu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	*01111
13	Crotsagi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	*01111
21	Eleofili	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	*01111
29	IchnCNC0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	*01111
32	IndeCNC0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	*01111
48	PaniCNC0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	*01111
62	PoacCNC0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	*01111
64	PoacCNC0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	*01111
65	PoacCNC0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	*01111
2	AcanCNC0	-	1	-	1	-	1	1	1	1	1	1	-	1	1	1	1	1	1	1	-	1	-	1	*100

52	PoacCNC0	1	-	-	1	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	1	1	-	1	-	1	1	1	*100
8	Axoncomp	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	1	1	1	1	1	1	1	-	1	-	1	*101
20	Echigrac	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	-	-	-	-	-	*101
71	Tonifluv	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	*101
14	Cuphodon	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	*110
24	EuphCNC0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	*1110
51	Philhoff	-	-	-	-	-	1	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	*1110
53	PoacCNC0	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	-	*1110
68	SabiCNC0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	*1110
5	Ariscapi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	*1111
49	Panimert	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	-	-	-	-	*1111
59	PoacCNC0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	*1111
60	PoacCNC0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	*1111
		*000	*0010	*0010	*0010	*0010	*0011	*0011	*0100	*0100	*0100	*0100	*0101	*0101	*011	*011	*011	*011	*10	*10	*11	*11	*11	*11	

Anexo 4c. Matriz de los resultados del Análisis de Twinspan para La Aurora.

	Especies	24	2	6	1	7	28	18	22	27	5	16	20	9	15	4	8	17	12	13	14	
7	Anagpumi	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*000000
19	Clidcapi	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*000000
52	Lycotrip	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*000000
57	Ocotcern	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*000000
5	Aesceven	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*000001
6	Aescflum	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*000001
12	Bacorepe	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*000001
15	Capecast	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*000001
20	Clitfalc	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*000001
31	Eleogeni	-	-	-	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*000001
32	Eleointe	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*000001
34	Eragacut	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*000001
37	Hetelimo	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*000001
41	Hyptcapi	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*000001
50	Ludwdecu	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*000001
68	PoaJC293	-	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*000001
69	PoaJC297	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*000001
76	Praxdiff	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*000001
22	Cuphmelv	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	*00001
30	Eleoacut	-	1	1	-	1	1	-	-	-	1	1	1	-	1	-	-	-	-	-	-	*00001
58	Oldelanc	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*00001
81	Salvauri	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	*00001
38	Hydrspin	-	1	-	-	1	1	1	1	-	1	1	1	-	1	-	-	-	-	-	-	*000100
65	Perpunct	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	*000100
75	Pontsubo	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	*000100
80	Saccmyur	-	-	1	-	1	1	1	-	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	*000100
39	Hymeampl	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	*000101
60	Panihirt	-	-	-	-	1	1	1	1	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	*000101

17	Casesylv	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*000110
21	Cuphanti	-	-	-	1	-	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*000110
45	Ipomcarn	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*000110
74	PoaJC304	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*000110
85	ScroJCA3	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*000110
86	Selahumb	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*000110
14	Capeangu	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	*000111
54	Mimocast	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	*000111
66	Phylstip	-	-	-	-	-	1	1	1	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	*000111
72	PoaJC301	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	*000111
73	PoaJC303	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	*000111
87	Sennacul	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	*000111
100	Vignline	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	*000111
1	Acisquad	-	1	1	1	-	1	1	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	*0010
2	Acmebrac	-	-	-	-	1	-	1	1	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	*0010
36	Fimblitt	-	-	1	1	1	-	1	-	1	1	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	*0010
53	Melospic	1	1	1	1	-	1	1	1	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	*0011
96	Steilaxu	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	-	1	1	-	-	1	-	-	1	*0011
3	Acroziza	-	-	1	1	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1	-	-	1	1	1	1	*0100
8	Andrbico	-	-	-	-	-	-	1	-	1	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	*0100
16	Capepalu	-	-	-	1	-	1	1	1	1	1	1	1	-	1	-	-	1	-	1	1	*0100
51	Ludwerec	-	-	-	1	1	1	1	1	1	1	-	1	-	-	-	-	1	-	1	1	*01010
67	PoacAR95	-	1	1	1	1	1	1	-	-	1	1	1	1	1	-	-	1	1	1	-	*01010
24	Cypehasp	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	*01011
35	Fimbdich	-	1	1	-	-	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	*01011
61	Paspconj	1	-	-	-	-	1	1	1	1	-	1	-	-	-	-	1	1	-	1	-	*01011
10	Axoncomp	1	1	1	1	1	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	1	1	-	1	-	*0110
25	Cypeluzu	1	-	1	1	1	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	1	*0110
83	Sclegaer	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	*0110
93	Sphabrac	-	1	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	*0110
26	Daviniti	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	*01110

28	Desmtrif	-		-		-			1	-			1		1	-			1	-		-		-			-		1		1	-		-		-	*01110
11	Axonpurp	-		-			1	-			1	-		-		-			-	-		-			-			1	-		-		-		-	*01111
56	Murdnudi	-			1		1		1		1		1	-		-		-			-	-			1		1		1	-		-		-	*01111
84	ScleJCA2	-			1		1		1		1	-		-		-			-	-			-		-			1		1	-		-		-	*01111
27	Desminca	-		-		-			-		-			1	-		-			1		-		1	-	-		-			1		1	*100				
42	Hyptlant		1	-		-			-			1		1	-			1	-		-		-		1	-			1		1	-		-			1	*100
55	Mimoxant	-			1		1	-			-			1	-		-			1		-		-			-			1		1	-				*100
64	Peltsess	-		-			1		1	-			1		1		1	-		-		-		1	-			1		1	-			1		1	*100
4	Adialati		1	-		-			-			-			1	-		-		-		-			-	-			1	-		-		-			*101
18	Cissalat		1	-		-			-				1	-			-		-		-		-			-	-		-		-		-			1	*101
70	PoaJC299		1	-		-			-				1		1	-			-		-		-			-	-		-			1	-				*101
29	Echigrac	-		-		-			-			-			-		-			-		-			1	-	-			1	-		-		-	*1100
43	Hyptsinu	-		-		-			-				1		1		1		-		-		-			-	-			1	-		1		1	*1100
79	Rhynnerv	-		-		-			-				1		1	-			-		-		-			-	-			1		1	-		-		*1100
94	Sporpyra	-		-		-			-				1	-			-		-		-		-			-	-		-		-		-			1	*1100
47	Kyllodor	-		-		-			1	-		-			-		-			-		-			-			1	-		-		-		-	*11010
63	Pasporbi	-		-		-				1	-	-			-		-			-		-			-	-		-		-		1	-				*11010
78	Rhynblep	-			1		1	-			-			1	-		-			-		-				1	-		-		-		1		1	*11010
9	Ascobras	-			1	-			1		1	-			1	-			-		-		-				1		1		1	-		1		1	*110110
13	Calomucu	-		-			1	-			-			1	-		-			-		-				1	-			1	-		1		1	*110110
49	Lindcrus	-		-		-			-				1	-			-		-		-		-			-	-			1	-		1	-			*110110
77	Pseuspic	-		-		-			-				1	-			-		-		-		-				1	-		-		-		1	-		*110110
90	Sidarhom	-		-			1	-			-			1	-			1	-		-		-				1		1		1	-		1	-		*110110
92	Sperocym	-		-		-			-				1	-			-		-		-		-			-	-			1	-		1	-			*110110
95	Staccaye	-		-		-			-				1	-			-		-		-		-			-	-			1	-		1	-			*110110
33	Elepmoll	-			1	-			-			-			-		-			-		-			-			1		1	-		-		-	*110111
62	PaspJCA2	-		-		-			1	-			1	-			-		-		-		-				1		1		1	-		-		-	*110111
23	Cypeaggr	-		-			1	-			-			-		-			-		-				1	-			1		1	-		-		*11100
91	Speralat	-		-			1	-			-			-		-			-		-				1		1		1	-		-		-	*111010
40	Hyptbrac	-		-		-			-			-			-		-			-		-			-		-			1	-		-		-	*111011
44	Hyptsuav	-		-		-			-			-			-		-			-		-				1	-		-		-		-		-	*111011

59	Opliburm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	*111011
82	Sauverec	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	*111011
88	Sennobtu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	*111011
89	Sennocci	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	*111011
97	Stylguia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	*111011
46	Ipomhede	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	*1111
48	Leerhexa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	*1111
71	PoJC3010	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	*1111
98	Swar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	*1111
99	UrocJCA2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	*1111
		*00	*0100	*0100	*0101	*0101	*0101	*0110	*0110	*0110	*01110	*01110	*01110	*01111	*01111	*10	*10	*10	*11	*11	*11	

Anexo 5. Extensión y porcentaje de área de las UEH y puntos de muestreo para Miramar para lluvia de 2015, sequía y lluvia de 2016.

UEH	Lluvia 2015		Sequía 2016		Lluvia 2016		Puntos de muestreo
	Superficie	% del área total	Superficie	% del área total	Superficie	% del área total	
Bg	113.68 ha	3.03	113.68 ha	3.03	113.68 ha	3.03	2
Mm	19.65 ha	0.52	19.65 ha	0.52	19.65 ha	0.52	3
A	1359.92 ha	36.20	1335.04 ha	35.54	1336.47 ha	35.58	4-5-5
SaInunArb	16.27 ha	0.43	16.27 ha	0.43	16.27 ha	0.43	1
SaInunAd	58.69 ha	1.56	58.69 ha	1.56	58.69 ha	1.56	1
SaHum	1331.51 ha	35.45	1357.19 ha	36.13	1357.19 ha	36.13	7
SaHumArb	57.41 ha	1.53	57.41 ha	1.53	57.41 ha	1.53	3
SaSec	172.98 ha	4.60	172.98 ha	4.60	172.98 ha	4.60	4
Cae	475.87 ha	12.67	250.84 ha	6.68	473.64 ah	12.61	3-2-2
CaeSec	NA	NA	224.23 ha	5.97	NA	NA	2
Cal	0.48 ha	0.01	0.48 ha	0.01	0.48 ha	0.01	--
Cñ	85.44 73.47 km	2.27	85.44 ha 73.47 km	2.27	85.44 ha 73.47 km	2.27	--
Pz	8.4 ha	0.22	8.4 ha	0.22	8.4 ha	0.22	--
Zp	10.57 ha 8.08 km	0.28	10.57 ha 8.08 km	0.28	10.57 ha 8.08 km	0.28	--
Car	45.62 ha 10.11 km	1.21	45.62 ha 10.11 km	1.21	45.62 ha 10.11 km	1.21	--
			3756,49				**28**

NA: No Aplica. Unidades de Evaluación de Hábitat (UEH). Bosque de galería (Bg), mata de monte (Mm), sabana inundable (SaInun), sabana inundable con arbustos (SaInunArb), sabana inundable con arbustos densos (SaInunAd), sabana húmeda (SaHum), sabana húmeda con arbustos (SaHumArb), sabana seca (SaSec), cuerpo de agua estacional o estero (Cae), estero seco (CaeSec), cuerpo de agua permanente o laguna (natural o artificial) (Cal), caños (Cñ), pozo petrolero (Pz), zona de préstamo (Zp), carretera o terraplenén (Car-Ter).

Anexo 6. Lista de especies potencialmente consumibles por el chigüiro con su respectivo promedio de abundancia en Miramar en las tres épocas climáticas.

Familia	Especie	$\bar{x}$ Abundancia		
		Lluvia 2015	**Sequía 2016**	**Lluvia 2016**
Alismataceae	*Echinodorus paniculatus*	0	0.94	0
Cyperaceae	*Eleocharis acutangula*	0	0	0.63
Cyperaceae	*Fimbristylis dichotoma*	2.25	0	1.31
Euphorbiaceae	*Caperonia castaneifolia*	0	0	0.65
Indeterminada	*Indet AR9527*	8.33	0	0
Indeterminada	*Indet AR9551*	2.08	0	0
Indeterminada	*Indet AR9572*	4.77	0	0
Malvaceae	*Sida rhombifolia*	3.99	4.74	7.04
Menyanthaceae	*Nymphoides indica*	1.64	0.21	1.12
Poaceae	*Andropogon bicornis*	10.63	9.2	5.91
Poaceae	*Andropogon leucostachyus*	2.27	0	3.07
Poaceae	*Axonopus compressus*	12.3	4.17	4.88
Poaceae	*Axonopus fissifolius*	0	18.2	0.21
Poaceae	*Axonopus purpusii*	18.44	54.77	9.69
Poaceae	*Digitaria sp.*	0	2.22	0
Poaceae	*Eragrostis acutiflora*	2.29	0.21	0
Poaceae	*Leersia hexandra*	3.77	2.08	3.93
Poaceae	*Luziola peruviana*	7.53	0	0
Poaceae	*Paspalum notatum*	0	27.05	0
Poaceae	*Paspalum orbiculatum*	12.5	0	0
Poaceae	*Sacciolepis myuros*	3.08	0	1.01
Pontederiaceae	*Heteranthera limosa*	3	0	0.73

Las especies indeterminadas aquí relacionadas se tuvieron en cuenta porque en campo fueron registradas como alimento de los chigüiros.

Anexo 7. Extensión y porcentaje de área de las UEH y puntos de muestreo para La Aurora.

UEH	Lluvia 2015		Puntos de muestreo
	Área (ha)	% del área total	
Bg	811.14	22.04	4
Mm	180.19	4.90	5
SaInun	700.87	19.05	6
SaInunAd	18.59	0.51	1
SaHum	659.36	17.92	4
SaHumArb	215.23	5.85	1
SaHumAd	290.58	7.90	2
SaSec	213.09	5.79	3
SaSecArb	13.71	0.37	1
Cae	446.34	12.13	3
Cal	4.47	0.12	--
Cñ	44.46 km	--	--
Car	129.40 km	3.44 --	--
	3680		**30**

NA: No Aplica. Unidades de Evaluación de Hábitat (UEH). Bosque de galería (Bg), mata de monte (Mm), sabana inundable (SaInun), sabana inundable con arbustos densos (SaInunAd), sabana húmeda (SaHum), sabana húmeda con arbustos (SaHumArb), sabana húmeda con arbustos densos (SaHumAd), sabana seca (SaSec), sabana seca con arbustos (SaSecArb), cuerpo de agua estacional o estero (Cae), cuerpo de agua permanente o laguna (natural o artificial) (Cal), caños (Cñ), carretera o terraplenén (Car-Ter).

Anexo 8. Lista de especies potencialmente consumibles por el chigüiro con su respectivo promedio de abundancia en Miramar y La Aurora en lluvia de 2015.

Familia	Especie	$\bar{x}$ Abundancia	
		Miramar	La Aurora
Poaceae	*Andropogon bicornis*	10.63	8.21
Poaceae	*Axonopus compressus*	12.30	8.04
Poaceae	*Axonopus purpusii*	18.44	3.55
Leguminosae	*Calopogonium mucunoides*		1.09
Euphorbiaceae	*Caperonia castaneifolia*		0.36
Cyperaceae	*Cyperus luzulae*		2.05
Leguminosae	*Desmodium incanum*		1.47
Cyperaceae	*Eleocharis acutangula*		7.47
Cyperaceae	*Eleocharis interstincta*		0.25

Poaceae	*Eragrostis acutiflora*	2.29	0.78
Cyperaceae	*Fimbristylis dichotoma*	2.25	0.83
Cyperaceae	*Fimbristylis littoralis*		0.97
Pontederiaceae	*Heteranthera limosa*	3.00	27.52
Poaceae	*Hymenachne amplexicaulis*		1.47
Indeterminada	*Indet AR9572*	4.77	12.12
Indeterminada	*Indet JCA2934*		9.20
Indeterminada	*Indet JCA2939*		1.56
Indeterminada	*Indet JCA3010*		21.92
Indeterminada	*Indet JCA3041*		0.29
Poaceae	*Leersia hexandra*	3.77	22.03
Poaceae	*Paspalum conjugatum*		6.68
Poaceae	*Paspalum JCA2927*		50.71
Poaceae	*Paspalum orbiculatum*	12.50	8.66
Poaceae	*Sacciolepis myuros*	3.08	4.16
Salviniaceae	*Salvinia auriculata*		1.49
Malvaceae	*Sida rhombifolia*	3.99	1.75
Poaceae	*Andropogon leucostachyus*	2.27	
Indeterminada	*Indet AR9527*	8.33	
Indeterminada	*Indet AR9551*	2.08	
Poaceae	*Luziola peruviana*	7.53	
Menyanthaceae	*Nymphoides indica*	1.64	

Capítulo 2. CAMBIOS ESPACIO-TEMPORALES DE LA CALIDAD DEL HÁBITAT DEL CHIGÜIRO *Hydrochoerus hydrochaeris* EN LAS SABANAS INUNDABLES DEL CASANARE

Resumen

Se evaluó la calidad de hábitat para el chigüiro *Hydrochoerus hydrochaeris* a escala temporal y espacial en el departamento del Casanare. Se empleó el Índice de Idoneidad de Hábitat (HSI) propuesto anteriormente para la zona, que permitió valorar las celdas con calidad alta, media y baja. El modelo aditivo comprendió ocho variables, cinco que corresponden a los requerimientos de hábitat para la especie que incluyen la disponibilidad de alimento (riqueza, cobertura), la cobertura de refugio (climática, escape) y agua, así como tres variables de métricas del paisaje (índice de yuxtaposición, dominancia y total de bordes) y adicionalmente la presión de caza. Las variaciones temporales de la calidad del hábitat fueron mayores en lluvias (2015, 2016) y menores en sequía (2016), con diferencias significativas entre lluvias y sequía pero no entre lluvias (2015-2016), predominando la calificación media del hábitat (~69%) y sin celdas con calidades altas. Espacialmente, el área de La Aurora tuvo valores más altos en la calidad del hábitat que Miramar, de manera que más del ~90% del área presentó calidades medias y ~2% calidades altas. Sin embargo, las densidades poblacionales registradas en otras investigaciones no estuvieron relacionadas con las calidades de hábitat espacial y temporalmente. Aunque se observó que la calidad del hábitat del chigüiro responde a diferentes factores espaciales y temporales existen otros de tipo antrópico que pueden influir, como el manejo de las sabanas y las zonas de préstamos. Se sugiere evaluar o integrar otras variables del HSI, hacer correlaciones con los datos de la distribución de las poblaciones, evaluar el uso de los recursos por parte del chigüiro con los datos poblacionales de la especie, para mejorar el modelo y ofrecer una herramienta robusta de apoyo en el manejo y aprovechamiento de la especie en las sabanas inundables de la región.

Palabras claves: Dinámica de las sabanas, Índice de Idoneidad de Hábitat (HSI), requerimientos de hábitat, zonas de préstamo.

Introducción

Uno de los modelos más empleados para evaluar la calidad del hábitat es el Índice de Idoneidad de Hábitat, HSI (Habitat Suitability Index), por sus siglas en inglés. Este fue desarrollado por el Servicio de Pesca y Vida Silvestre de Estados Unidos (U.S. Fish and Wildlife Service 1981), con el fin de evaluar los impactos del hábitat, los cambios del uso de paisaje y del agua. Para la contrucción del modelo se requiere establecer las variables que definen los requerimientos específicos de la especie. Los diferentes tipos de modelos son: aditivo simple, aditivo con peso, multiplicativo y factor limitante (Patton 1997). Los cuales correponden a las relaciones ecológicas y biológicas de las variables escogidas en el modelo.

Uno de los problemas más difíciles de combinar los atributos del hábitat es tomar en cuenta el arreglo espacial de los componentes del hábitat. Se sabe que la interspersión y la yuxtaposición de las estructuras del hábitat pueden ser muy importantes para los animales y el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) para analizar esta relación es una buena herramienta.

Las relaciones de hábitat animal pueden evaluarse en un rango de escalas espacial y temporal (Urban *et al*. 1992). Sin embargo, hay que definir cuál ha de ser el arreglo espacial de los componentes del hábitat para combinar los atributos del hábitat (Gallina 2011).

Auque el HSI puede llegar a ser una herramienta que permite representar la relación entre fauna silvestre y su hábitat, en algunas ocasiones, la calidad del hábitat de una especie puede, en algunos casos, ser un indicador engañoso de la cuantificación del hábitat, debido a que especies silvestres viables no requieren de condiciones de hábitat óptimos (Van Horne 1983).

Es importante la evaluación de la calidad del hábitat, debido a que la distribución espacial y la abundancia de la especie podrían disminuir por las alteraciones en los factores determinantes para el hábitat óptimo (Gysel & Lyon 1980, Morrison *et al.* 2006). Factores de tipo biótico y abiótico en un área específica para una especie permiten el éxito reproductivo y responden a los requerimientos básicos de una especie particular, como el alimento, la reproducción, el refugio y el agua (Morrison *et al.* 2006, Yarrow 2009). Es así como la evaluación de la calidad del hábitat permite la orientación de posibles acciones de manejo (Litvaitis *et al*. 2004, Morrison *et al.* 2006,

Yarrow 2009). Sin embargo, en algunas ocasiones, la reproducción, supervivencia y abundancia pueden no estar correlacionadas con la calidad del hábitat.

El índice de calidad del hábitat del chigüiro para la Orinoquia colombiana fue propuesto por Guzmán-Lenis *et al.* (2014a), y evaluado para el municipio de Paz de Ariporo, Casanare, teniendo en cuenta que los recursos relacionados con el hábitat del chigüiro, como la oferta de alimento y refugio, son importantes para la sobrevivencia, reproducción y la persistencia de las poblaciones (Hall *et al.* 1997), y determinan su calidad. En uno de los sitios en que hicieron las evaluaciones hace casi una década se ha transformado el paisaje con la instalación de la industria petrolera que generó terraplanes cambiando la disponibilidad del agua en la zona, además se desconocen si los recursos disponibles por los chigüiros han cambiado con el tiempo por causa de esta actividad antrópica o por la dinámica hídrica propia de la sabana, la cual podría tener alteraciones por el cambio climático. Por lo tanto, esta investigación tuvo como propósito evaluar los cambios espacio-temporales de la calidad del hábitat disponible para el chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*) en Casanare.

Materiales y métodos

Se estimó la calidad del hábitat del chigüiro a través del Índice de Idoneidad de Hábitat (Habitat Suitability Index – HSI) propuesto por Guzmán-Lenis *et al.* (2014a) (Figura 17). La ecuación para el cálculo fue aditivo con menor peso o ponderación a determinadas variables (Tabla 4). Este índice se utilizó para evaluar la calidad del hábitat temporalmente para Miramar en diferentes períodos climáticos (lluvia de 2015 y 2016, sequía de 2016) y la calidad del hábitat espacialmente entre los hatos Miramar y La Aurora en lluvia de 2015. Las estimaciones se hicieron a dos niveles: HSI óptimo a nanoescala o escala real (1:1), en cada uno de los puntos de muestreo relacionados en el capítulo 1 para la caracterización del hábitat del chigüiro y HSI a mesoescala o escala local (1:25000), en la que se considera la totalidad de las ventanas de estudio.

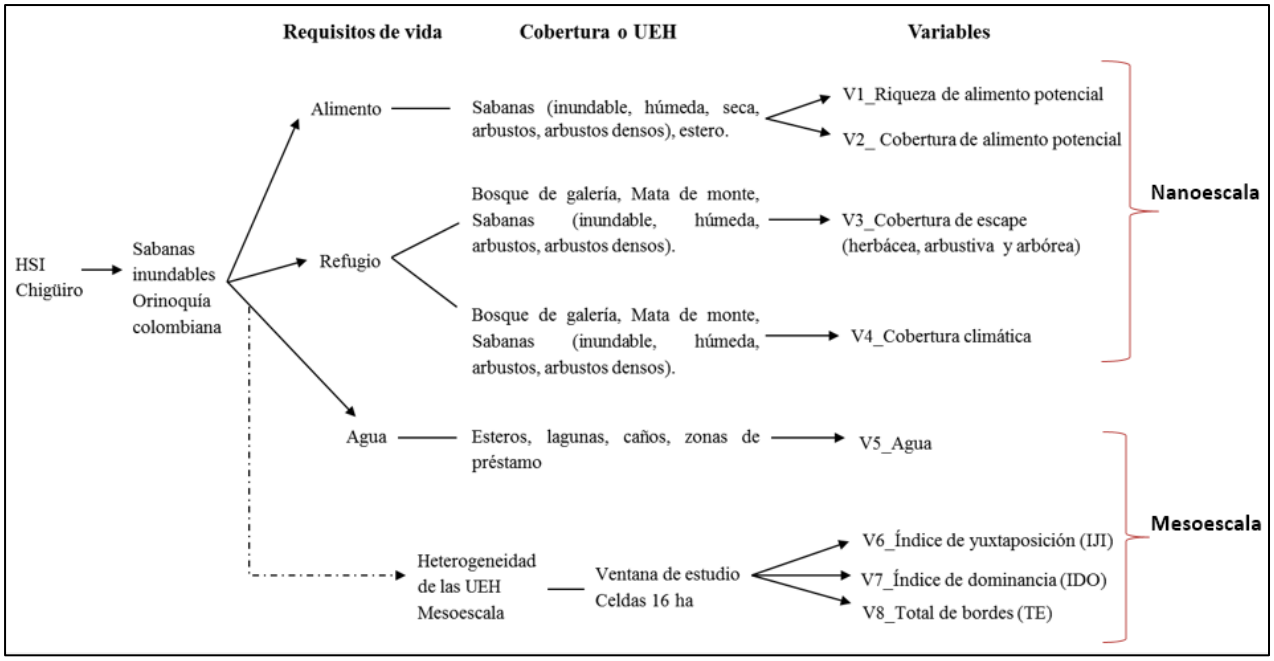


Figura 17. Esquema del modelo de la Idoneidad de Hábitat para el chigüiro propuesto por Guzmán-Lenis (2006) y Guzmán-Lenis *et al.* (2014a, b).

Modelo de HSI a nanoescala

Las variables utilizadas a nanoescala fueron los requerimientos evaluados en campo de alimento (riqueza y abundancia) y refugio (cobertura de escape y cobertura climática) para la caracterización del hábitat del chigüiro (Capítuo 1 de este documento). De acuerdo a la propuesta metodológica de Guzmán-Lenis *et al.* (2014a, b), se procedió a construir una base de datos con los valores obtenidos en los 28 puntos de muestreo en Miramar (en cada época climática) y los 30 en La Aurora. Posteriormente, para obtener el valor promedio de cada variable en cada uno de éstos puntos se empleó la ecuación del índice de calificación o valoración (IR) propuesto por Brower *et al.* (1989), en donde se tienen en cuenta los valores máximos y mínimos obtenidos por la variable y los de calificación (Tabla 4). Para las variables de alimento, cobertura climática y de escape, el rango de los valores de calificación fueron de 2 a 10, mientras que la riqueza de especies de alimento potencial se valoró en un rango de 1 a 5, de acuerdo a lo establecido por Guzmán-Lenis *et al.* (2014a, b). Luego, los resultados de los IR se promediaron para cada una de las categorías de las Unidades de Evaluación del Hábitat (UEH) y se calculó la desviación estándar y el coeficiente de variación.

$$HSI\ nanoescala\ = \frac{[IR^r\ + IR^f\ +\ IR^e + IR^c]}{(35)} * 10$$

IR: promedio obtenido para la variable evaluada a escala real o nanoescala para cada uno de los puntos de muestreo, producto del índice de Brower.
r,f, e, c, es: Variable a calificar (riqueza, abundancia, cobertura de escape y cobertura climática).
La sumatoria de todas las calificaciones de las variables fue dividido en 35, valor correpondiente a la máxima calificación posible teórica.

Modelo de HSI a mesoescala

Para los análisis posteriores se consideró la totalidad de las ventanas de estudio, las cuales fueron divididas en celdas de 400x400 m (16 ha) debido a que es el área de acción promedio del chigüiro reportada en la región por Camargo (2005, citado por Guzmán-Lenis *et al.* 2014a). En cada celda se ponderaron los valores del IR de las UEH calculados para la nanoescala, de acuerdo al área que abarcaba cada UEH o cobertura vegetal dentro de la celda. Así mismo se empleó el IR para el porcentaje de disponibilidad de agua (esteros, lagunas, longitud de caños) y para la configuración espacial evaluada en los índices de yuxtaposición (IJI), dominancia (IDO), y total de bordes (TE). El índice de yuxtaposición (IJI) evalúa la entremezcla de las diferentes UEH, sus valores varía entre 0 y 100, siendo 100 el valor óptimo donde todos los elementos del paisaje se entremezclan en forma uniforme, y el acceso a cualquier cobertura se puede dar de igual forma desde otra cobertura, y 0 cuando existen una o dos coberturas (Guzmán-Lenis *et al.* 2014a, UNAL & Corporinoquia 2015). El índice de dominancia (IDO): Representa el grado en que algunos de los elementos del paisaje dominan sobre los otros, los valores varían de 0 a 1, valores cercanos a 1 indican que dentro de la celda algunos elementos del paisaje dominan o tienen mayor preponderancia sobre otros, mientras que valores cercanos a 0 muestran que la celda está conformada por un mosaico de coberturas en proporciones más o menos similares (Guzmán-Lenis *et al.* 2014a, UNAL & Corporinoquia 2015). El total de bordes (TE), establece la longitud de los bordes que existen en cada celda, de manera que a mayor distancia de borde mejor para el chigüiro ya que indica que es más fácil ir de una cobertura a otra (Guzmán-Lenis et al. 2014a, UNAL & Corporinoquia 2015).

Finalmente se empleó la ecuación del Índice de Idoneidad de Hábitat (HSI) propuesto por (Guzmán-Lenis et al. 2014a, UNAL & Corporinoquia 2015):

$$HSI = \frac{[IR^r + IR^f + (IR^e * F^{cz}) + IR^c + IR^{es} + IR^{dr} + IR^{IJI} + IR^{IDO} + IR^{TE}]}{\left(55 + (F^{cz} * 10)\right)} * 10$$

IR: promedio obtenido para la variable evaluada a escala local para cada una de las UEH, producto del índice de Brower.

r,f, e, c, es, dr, IJI, IDO, TE: Variable a calificar (riqueza, abundancia, cobertura de escape, cobertura climática, espejo de agua, drenaje o caños, índice de yuxtaposición, índice de dominancia y total de bordes).

F^{cz}: Factor de cacería.

En el HSI se integra la calificación de caza (F^{cz}) como un factor condicional para la cobertura de escape, de manera que la relación es inversa, es decir que si aumenta el valor del factor de caza menor es la cobertura de escape. La sumatoria de todas las calificaciones de las variables fue dividido por 55+ (10*factor de caza) la cual corresponde a la máxima calificación posible teórica. Al final de la ecuación se multiplicó por 10 para expresar el índice de calidad de hábitat en un rango de uno a diez (1-10) y no de cero a uno (0-1) como lo proponen los modelos desarrollados por el Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los Estados Unidos (USFWS 1981), para efectos de una mejor visualización de los resultados por parte de los usuarios según lo propuesto por Guzmán-Lenis *et al.* (2014) y Guzmán-Lenis *et al.* (2014a). Se emplearon los rangos de categorías para las calidades de las celdas establecidas por Guzmán-Lenis (2006), como calidad alta (HSI >6.604), media (4.140 < HSI < 6.604) y baja (HSI <4,140).

Para el análisis a esta escala se empleó el software QGis v.2.8.2 Para el análisis de la configuración espacial se utilizó FragStats v.4.2. Las capas se trabajaron en proyección MAGNA-SIRGAS / Colombia East Central zone; la rasterización de las coberturas se hizo a tamaño de la grilla de un metro.

Tabla 4. Variables consideradas para la calificación del HSI para el chigüiro en el hato Miramar y La Aurora.

Requerimientos y composición espacial	Variable	IR	Rango valoración (min-max)	Rango X_{min}-X_{max}	Método de valoración
Alimento	Riqueza de especies de plantas potencialmente consumibles	IR^{r}	1 – 5	0 – 8 (Miramar) 0-10 (La Aurora	Evaluación puntual ponderada por área de cobertura
	Cobertura o abundancia de plantas potencialmente consumibles	IR^{f}	2 – 10	0 – 100	
Refugio	Cobertura de escape	IR^{e}	2 – 10	30 - 0	
	Cobertura climática	IR^{c}	2 – 10	0 - 100	
Agua	Disponibilidad de agua	IR^{da}	6	2	Evaluación en cada una de las celdas
	Porcentaje de cuerpos de agua temporales y permanentes	IR^{es}	1 - 5	50 a 100% - 50%	
	Longitud de caños	IR^{dr}	1 - 5	0 m - 400 m	
Configuración espacial	Índice de Yuxtaposición	IR^{IJI}	2 - 10	0 - 100	Evaluación de las métricas a través de SIG (Sistemas de información geográfica)
	Índice de Dominancia	IR^{IDO}	1 - 5	1 – 0	
	Total de Bordes	IR^{TE}	1 – 5	0 - 4936 m (Miramar) 0-5178 m (La Aurora)	
Intervenciones antrópicas	Cacería	IR^{cz}	0,7 (Miramar) 0,8 (La Aurora)		
Máxima calificación posible	**55 +(10*factor de caza)**				

X son los valores extremos que puede tomar la variable, **IR** son las calificaciones extremas que se pueden asignar a cada variable. Los rangos de X_{max} de riqueza y de total de bordes fueron reasignados de acuerdo a los resultados obtenidos en la ventana establecida.
Modificado de Guzmán-Lenis *et al.* (2014a) y UNAL & Corporinoquia (2015).

Análisis de los datos

Las pruebas de Shapiro-Wilk y Kolmogorov-Smirnov mostraron que los índices a escala local no cumplieron con los supuestos de normalidad de los datos. Por lo tanto, se realizó un análisis no

paramétrico de Kruskal Wallis (H) ($p<0,05$) para evaluar la existencia de diferencias estadísticamente significativas de los valores de HSI y de los IR a escala local (variables dependientes) entre las dos épocas climáticas (factores). Para ello se utilizó el programa estadístico programa RStudio de R, versión 2.1.5.3 (RStudio, Inc. 2009-2015 www.rstudio.org).

Resultados

Calidad del hábitat temporal para el chigüiro

La época de lluvia de 2015 presentó los mayores valores de HSI y los menores se registraron en sequía de 2016 (Figura 18). Los valores promedios de HSI óptimo en las UEH variaron entre los tres muestreos (Figura 18). En lluvia de 2015 y 2016 los bosques de galería y las matas de monte obtuvieron la mayor valoración promedio de todas las unidades de evaluación de hábitat y la menor calificación fue para las sabanas secas y las sabanas inundables con arbustos (Tabla 5). En época de sequía de 2016, los bosques de galería y las sabanas húmedas con arbustos densos tuvieron la calificación promedio más alta y la sabana inundable con arbustos el valor mínimo (Tabla 5).

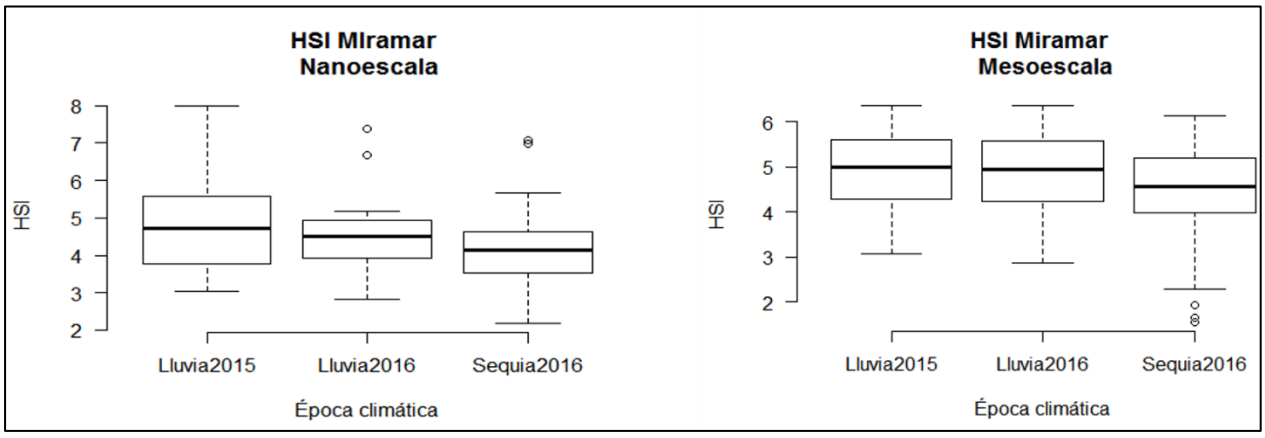


Figura 18. HSI temporal a nanoescala y mesoescala.

Tabla 5. Valores promedios de HSI espacial y temporal a nanoescala en cada una de las Unidades de Evaluación del Hábitat (UEH).

UEH	LA AURORA			MIRAMAR								
	Lluvia 2015			Lluvia 2015			Sequía 2016			Lluvia 2016		
	Puntos de muestreo	$\bar{x}$ HSI	DE HSI	Puntos de muestreo	$\bar{x}$ HSI	DE HSI	Ptos de muestreo	$\bar{x}$ HSI	DE HSI	Ptos de muestreo	$\bar{x}$ HSI	DE HSI
Bg	4	8,27	0,92	2	7,93	0,10	2	7,02	0,06	2	6,68	0,00
Cae-CaeSec	3	6,26	1,59	3	4,67	0,68	3	3,30	1,21	2	3,96	0,02
Mm	5	7,80	1,05	3	6,48	0,75	3	4,40	1,18	3	5,46	1,65
SaHum	4	5,07	0,42	7	4,25	0,76	7	4,10	0,44	7	4,55	0,56
SaHumAd	2	7,24	0,13	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
SaHumArb	1	6,16	NA	3	5,29	0,57	3	4,15	0,21	3	4,58	0,43
SaInun	6	5,06	0,90	4	4,34	0,82	4	4,07	0,63	5	4,50	0,49
SaInunAd	1	5,55	NA	1	5,72	NA	1	4,72	NA	1	4,96	NA
SaInunArb	NA	NA	NA	1	3,74	NA	1	2,18	NA	1	3,59	NA
SaSec	3	4,45	1,16	4	3,82	0,77	4	3,24	0,98	4	2,95	0,19
SaSecArb	1	4,49	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

$\bar{x}$ promedio, DE desviación estándar. NA: No Aplica. Unidades de Evaluación de Hábitat (UEH). Bosque de galería (Bg), mata de monte (Mm), sabana inundable (SaInun), sabana inundable con arbustos densos (SaInunAd), sabana húmeda (SaHum), sabana húmeda con arbustos (SaHumArb), sabana húmeda con arbustos densos (SaHumAd), sabana seca (SaSec), sabana seca con arbustos (SaSecArb), cuerpo de agua estacional o estero (Cae), cuerpo de agua permanente o laguna (natural o artificial) (Cal), caños (Cñ), carretera o terraplenén (Car-Ter).

En Miramar los valores promedios más altos en el índice de calificación (IR) para las variables estimadas los presentaron la riqueza, el forraje y la disponibilidad de agua en lluvia de 2015, la cobertura de escape en lluvia de 2016, la cobertura climática, IJI (índice de yuxtaposición), IDO (índice de dominancia) y TE (total de bordes) en sequía de 2016 (Tabla 6).

De las épocas climáticas evaluadas, en lluvia de 2015 y 2016 presentaron los mayores promedios de los índices de calificación (IR) de IJI, agua. En sequía de 2016, los IR de IJI y cobertura de escape tuvieron los valores promedios más altos (Tabla 6). Los valores promedios de los IR de riqueza, forraje, cobertura de escape y agua, fueron los más bajos (Tabla 6). El IR de la disponibilidad de agua en sequía es reflejo del cambio en el área de los cuerpos de agua.

Entre las épocas climáticas evaluadas (lluvia 2015, sequía 2016 y lluvia 2016) y cada uno de los IR de riqueza, de forraje y de cobertura de escape se presentaron diferencias estadísticamente significativas. El IR de cobertura climática tuvo diferencias significativas entre lluvia de 2015 y sequía de 2016 y entre lluvia de 2016 y sequía de 2016, mas no entre lluvias (2015-2016). Mientras que el IR de agua (esteros, lagunas y caños), el IR del índice de yuxtaposición (IJI), el IR del índice de dominancia (IDO) y el IR de longitud de Bordes (TE) no presentaron diferencias significativas entre los períodos (Figura 8).

Tabla 6. Valores de los Índices de calificación (IR) y HSI espacial y temporal a mesoescala.

Variables	LA AURORA				MIRAMAR											
	Lluvia 2015				Lluvia 2015				Sequía 2016				Lluvia 2016			
	$\bar{x}$	σ^2	DE	CV	$\bar{x}$	σ^2	DE	CV	$\bar{x}$	σ^2	DE	CV	$\bar{x}$	σ^2	DE	CV
IRRiqueza	2,33	1,15	1,07	0,46	2,54	0,34	0,58	0,23	1,36	0,41	0,64	0,47	2,3	0,47	0,68	0,3
IRForraje	3,6	2,92	1,71	0,47	4,08	0,63	0,79	0,2	2,75	2,33	1,52	0,55	3,4	0,77	0,88	0,26
IREscape	6,64	1,66	1,29	0,19	4,61	0,6	0,78	0,17	4,04	0,73	0,85	0,21	4,92	1,55	1,25	0,25
IRClimática	3,4	3,44	1,85	0,55	2,01	1,55	1,25	0,62	2,1	1,51	1,23	0,58	1,85	0,92	0,96	0,52
IRAgua	5,44	14,99	3,87	0,71	5,74	14,73	3,84	0,67	3,92	14,7	3,83	0,98	5,71	14,57	3,82	0,67
IRIJI	7,02	1,32	1,15	0,16	6,97	1,99	1,41	0,2	7,19	0,48	0,7	0,1	6,97	1,96	1,4	0,2
IRIIDO	2,96	0,67	0,82	0,28	2,77	0,89	0,94	0,34	3,4	0,57	0,76	0,22	2,73	0,88	0,94	0,34
IRTE	2,38	0,52	0,72	0,3	2,45	0,74	0,86	0,35	2,99	0,71	0,85	0,28	2,41	0,73	0,85	0,35
HSI	5,38	0,44	0,66	0,12	4,91	0,69	0,83	0,17	4,39	0,59	0,77	0,17	4,74	0,73	0,85	0,18

$\bar{x}$ promedio, **σ^2** varianza, **DE** desviación estándar, **CV** coeficiente de variación.

En la figura 19 se pueden apreciar los resultados de la calificación de la calidad del hábitat para cada una de las épocas climáticas evaluadas. En términos generales, para los tres muestreos, los valores corresponden a hábitats con calificación media en más del 69% de extensión del área de la ventana de estudio y no se presentaron calificaciones altas. En lluvia de 2015 se presentaron los mayores valores de HSI y los menores en sequía de 2016 (Tabla 7, Figura 19). En lluvia de 2015 la calidad media del hábitat abarcó 79,21% (3008,98 ha) y la calidad baja presentó un 20,79% (789,79 ha) del total de la ventana. En la época seca de 2016 la calidad del hábitat media abarcó 69,42% (2606,12 ha) y la calidad baja presentó un 30,58% (1148,04 ha). En lluvia de 2016 la calidad media presentó el 78,51% (2947,55 ha) del área total y la calidad baja la obtuvo el 21,49% (806,65 ha) (Tabla 7, Figura 19).

Las variaciones de la calidad del hábitat presentaron diferencias significativas entre lluvias (2015 y 2016) y sequía (2016), mas no entre lluvias (2015 y 2016) (Figura 18). De la época de lluvia de 2015 a sequía de 2016 la calidad media disminuyó y aumentó la calidad baja en un 9,79%; mientras que de sequía a lluvia de 2016 aumentó la calidad media y disminuyó la baja en un 9,09% (Tabla 7).

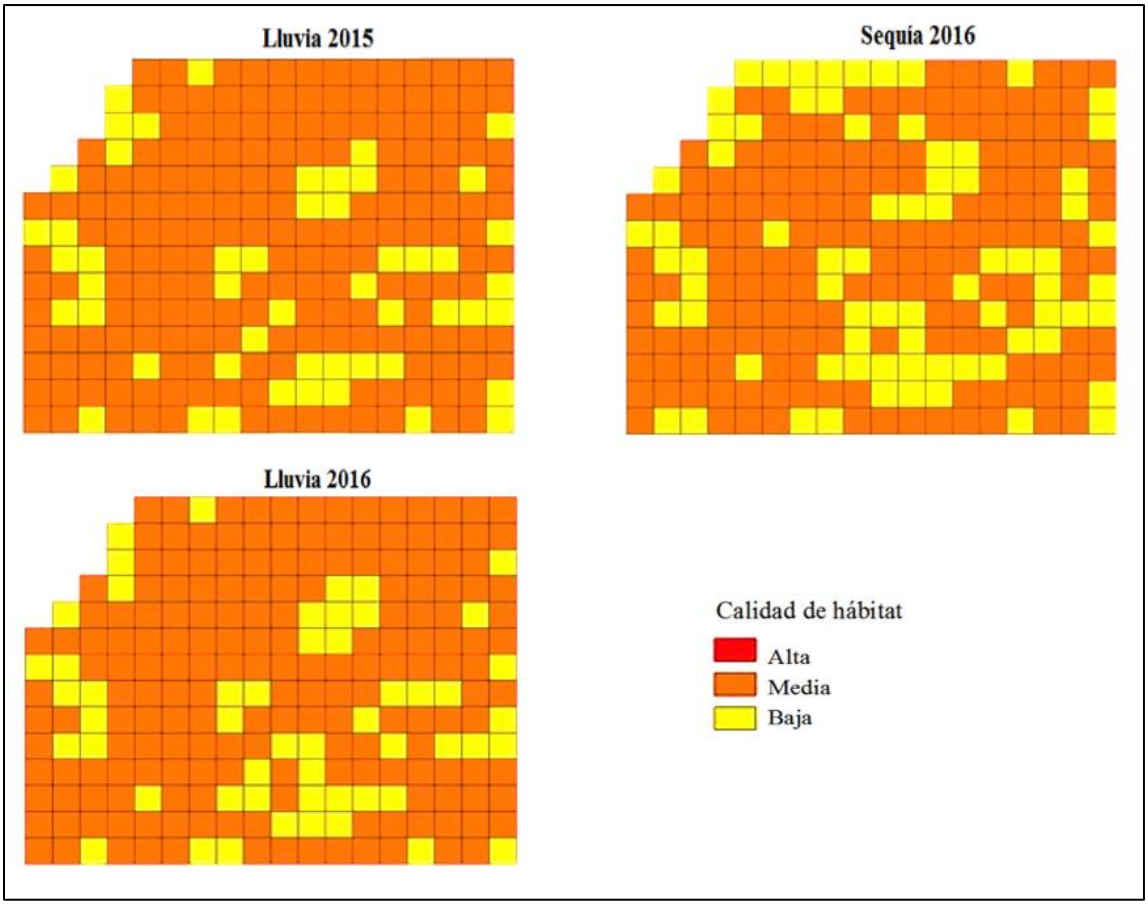


Figura 19. Mapas de la calidad del hábitat temporal para el chigüiro a mesoescala.

Tabla 7. Proporción de la calidad de hábitat de chigüiro espacial y temporal a mesoescala.

Calidad	LA AURORA		MIRAMAR					
	Lluvia 2015		Lluvia 2015		Sequía 2016		Lluvia 2016	
	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)
Alta	80,07	2,19	0	0	0	0	0	0
Media	3460,4	94,74	3008,98	79,21	2606,12	69,42	2947,55	78,51
Baja	112,05	3,07	789,79	20,79	1148,04	30,58	806,65	21,49

Porcentaje **(%)** de celdas en cada categoría.
Área en hectáreas **(ha)** de cada categoría.

Calidad del hábitat espacial para el chigüiro

La Aurora presentó las mayores calificaciones en la calidad del hábitat a nanoescala y mesoescala, en comparación con Miramar (Figura 20). En Miramar no hubo áreas con calidad alta mientras que La Aurora presentó un 2,19% (80,07 ha) del total de la ventana (Figura 20, Tabla 7). La calidad media del hábitat en Miramar abarcó 79,21% (789,79 ha) y en La Aurora 94,74% (3460,40 ha). La calidad baja en Miramar presentó un 20,79% (789,79 ha) y en La Aurora un 3,07% (112,05 ha) del total de la ventana (Figura 20 y Tabla 7). Estas diferencias en los valores de HSI fueron significativas entre Miramar y La Aurora (Figura 20).

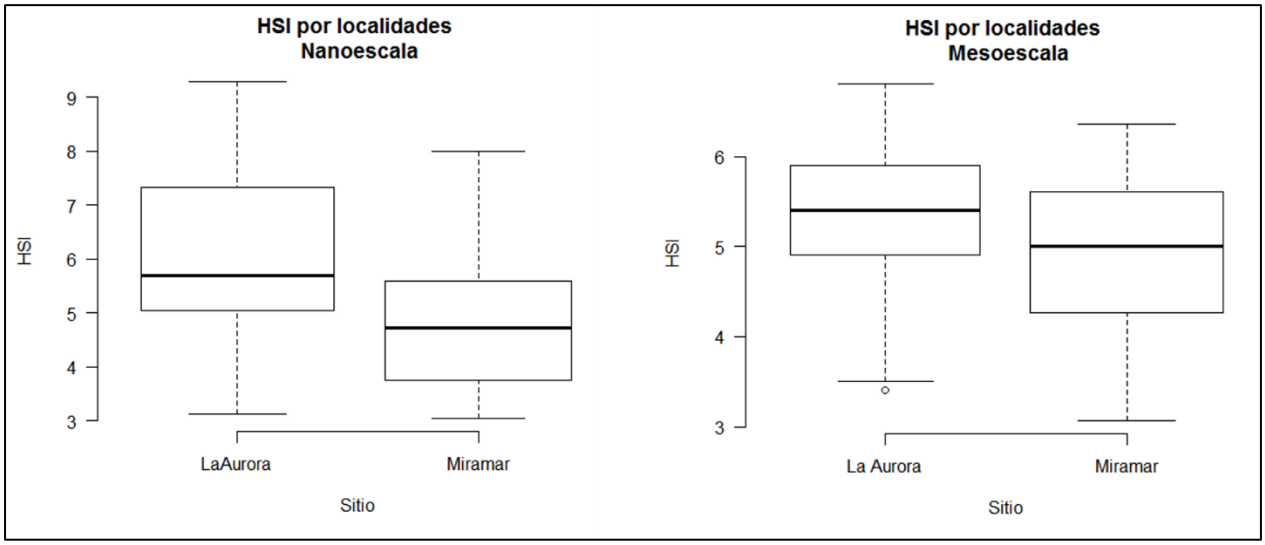


Figura 20. Gráfico de cajas de los valores de HSI espacial a nanoescala y meso escala.

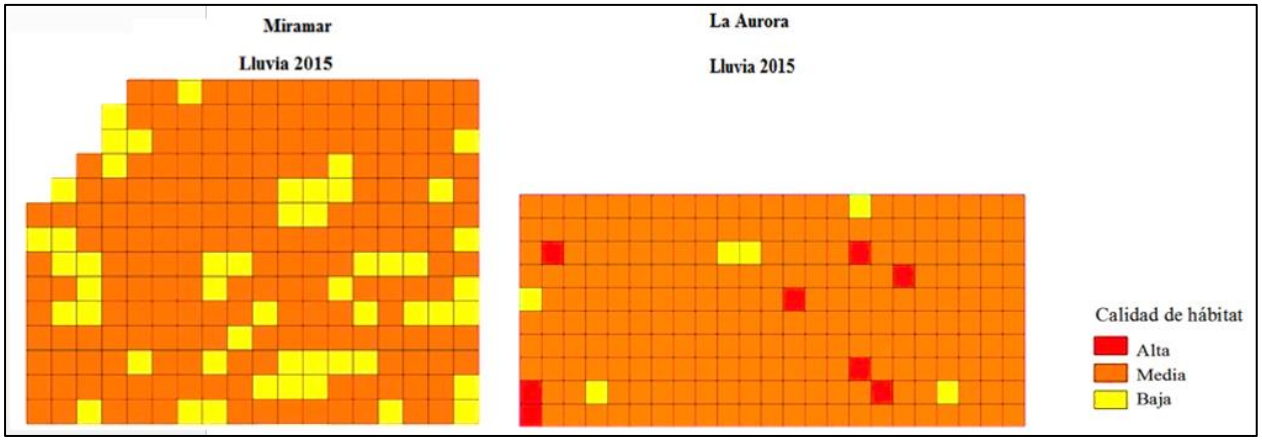


Figura 21. Mapas de la calidad del hábitat espacial para el chigüiro a mesoescala.

Los valores promedios más altos en el índice de calificación (IR) para las variables estimadas los presentaron la riqueza, el forraje y la disponibilidad de agua y TE (total de bordes) en Miramar; y la cobertura de escape, cobertura climática, IJI y IDO fueron mayores en La Aurora (Tabla 6). Entre Miramar y La Aurora se presentaron diferencias significativas en cada uno de los IR de riqueza, forraje, cobertura de escape, cobertura climática e IDO, pero no en los IR de agua, IJI y TE.

En Miramar el IR de yuxtaposición y disponibilidad de agua tuvieron los mayores valores promedio (Tabla 6). En La Aurora los valores de IR de índice de yuxtaposición (IJI) y IR de cobertura de escape presentaron los mayores promedios de todas las variables evaluadas (Tabla 6). El IJI evidencia una alta uniformidad en la entremezcla de los ambientes, en este caso este índice se relaciona con la cobertura de escape debido a que los ambientes que más aportaron a la protección contra depredadores fueron los bosque de galería y matas de monte, que en la ventana ocupan una gran área.

Discusión

Los resultados de esta investigación espacial y temporalmente muestran que los diferentes requerimientos de vida para el chigüiro es diferencial entre UEH, por lo tanto, ninguna UEH permite cubrir todos los requerimientos de la especie. En consecuencia, este trabajo permite entender porque los chigüiros usan los distintos tipos de cobertura de forma diferencial, acorde con lo reportado por diferentes investigaciones (Ojasti 1973, Herrera & MacDonalds 1989, Soini & Soini 1992, Clavijo 1993, Guzmán-Lenis *et al*. 2014b, UNAL & Corporinoquia, 2015), debido a que requieren de diferentes tipos de ambientes que respondan a sus requerimientos de vida. Las asociaciones de interfase tierra-agua (Quintana 1996), evidencian la utilización de varios tipos de hábitats cercanos a cuerpos de agua como las sabanas para el forraje, los bosques de galería para la protección y algunas sabanas (cos pajonales) para ambas actividades (Herrera & MacDonald 1989, Quintana & Rabinovich 1993).

De acuerdo con los reportes de Tiboche (2017) y UNAL & Corporinoquia (2015), en Miramar la densidad poblacional de chigüiros fue de 3,64 ind/ha, mientras que en La Aurora fue de 0,83 ind/ha.

Estos registros poblacionales no se corresponden con la mejor calificación de calidad de hábitat que se encontró entre localidades. Hay que tener presente que las poblaciones de La Aurora podrían estar diezmadas por la presencia de depredadores como felinos presentes en la zona y en Miramar podrían ser mayores por otras condiciones del hábitat que no se evaluaron en el modelo de HSI como pueden ser las zonas de préstamo. Adicionalmente, las diferencias en el índice de calidad entre las localidades son reflejo de la forma como se distribuyen los elementos del paisaje.

Las celdas con mayor calidad de hábitat estuvieron determinadas principalmente por la conjugación de la disponibilidad de agua (esteros, caños o ambos) y con otros tipos de vegetación que tuvieron calificaciones altas en los requerimientos de hábitat del chigüiro. La calidad baja del hábitat corresponde en algunos casos a áreas que presentaron baja heterogeneidad de ambientes; es decir, aunque se pueden presentar diferentes tipos de ambientes en toda la celda, la disponibilidad de agua estuvo ausente o el porcentaje de área de los cuerpos de agua fue inadecuado (muy pequeño o cubriendo casi toda la celda), como también valoraciones bajas en los índices de composición espacial. Las celdas con mayor calidad de hábitat estuvieron determinadas principalmente por la conjugación de la disponibilidad de agua (esteros, caños o ambos) y con otros tipos de ambientes que tuvieron calificaciones altas en los requerimientos de hábitat del chigüiro.

El incremento de la calidad media en el período de sequía de 2016 a lluvia de 2016 en Miramar, se produce por la estacionalidad climática de la sabana que aumenta la producción de biomasa, los atributos del hábitat y los valores de la configuración espacial de las UEH dentro de cada celda. Las celdas que mantienen la calidad baja en lluvia en algunos casos presentaron baja heterogeneidad, es decir se encontró dominancia de una o dos coberturas sin la presencia de alguna fuente hídrica, requisito indispensable para el establecimiento de los grupos poblacionales de chigüiro (Ojasti 1973, Herrera & Macdonald 1989, Campos Krauer 2009, Tiboche 2016). Schivo *et al.* (2015) señalan, en concordancia con lo anterior, que la ausencia de algún cuerpo de agua está relacionada con las calificaciones bajas para el hábitat de este roedor en Argentina. Esta característica también fue encontrada en Colombia por las investigaciones de Aldana *et al.* (2007) y Guzmán-Lenis *et al.* (2014b) y UNAL & Corporinoquia (2015). Es de recalcar que la asociación de agua en sabanas con presencia de pajonales proporciona alimento y refugio para el chigüiro ya que en el período de sequía este tipo de vegetación suele secarse y la presencia del recurso hídrico

le otorgaría una mayor aptitud, de acuerdo a lo señalado por Ojasti (1973). El otro caso de áreas con calidad baja es el de las celdas con dominancia de un cuerpo de agua sin otro tipo de UEH. Si bien para el chigüiro el agua es un factor limitante, la dominancia de esta cobertura contribuye a la baja calidad del hábitat debido a que esta especie requiere de zonas secas y sabanas que le ofrezcan alimento y refugio (Herrera & Macdonald 1989, Quintana 1996, Quintana 1999, Campos-Krauer 2009).

Por otra parte, en Miramar se presentó mayor área de calidad media y baja y no se tuvo calidad alta en las dos épocas climáticas de 2016 en comparación con las evaluaciones de años anteriores (lluvias de 2004 y 2005 y sequía de 2006) para el mismo hato realizados por Guzmán-Lenis *et al*. (2014b) (Figura 19 y Figura 21). En los estudios de la década del 2000 no se evaluó la calidad del hábitat en épocas climáticas contrastantes para un mismo año, sumado a esto no existen evaluaciones del hábitat desde el 2006 hasta el 2015, lo que conlleva al desconocimiento de la fluctuación de la calidad del hábitat y sus posibles causas; tampoco se sabe cómo ciertas condiciones del hábitat influyeron en la mortandad de la época seca de 2014. Tampoco se sabe si la disminución de la calidad alta y el aumento de las calidades media y baja en la época seca de 2006 se deban a la influencia que tiene la dinámica climática sobre el hábitat o a otros factores de cambio climático o antrópicos como el establecimiento de la industria petrolera desde el 2007.

A pesar de lo anterior, la calidad media del hábitat está abarcando poblaciones susceptibles para la cosecha. Sin embargo, en caso de que se haga aprovechamiento sostenible de la especie el factor de caza debe tener mayor incidencia en la evaluación del HSI, debido a que el hábitat va a verse reducido.

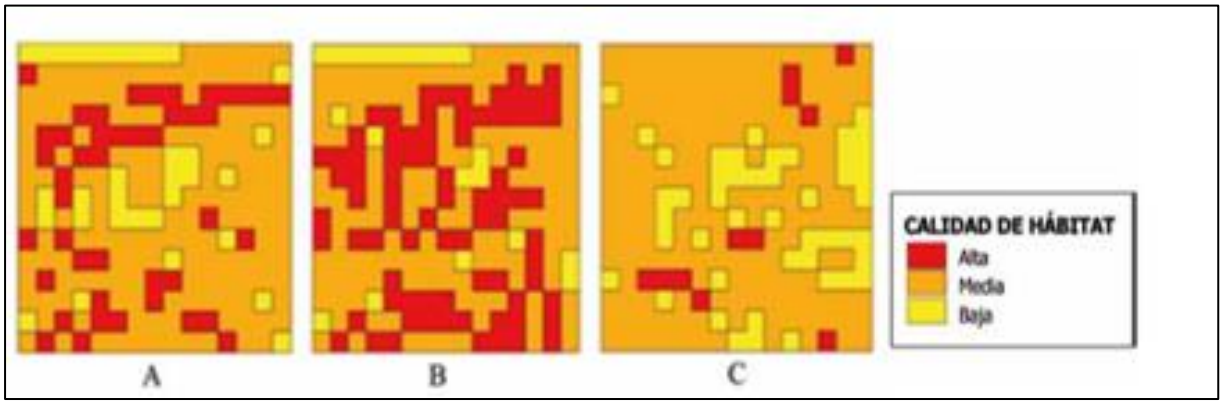


Figura 22. Calidad de hábitat disponible para el chigüiro a mesoescala en Miramar en años anteriores.

A) Época de lluvia 2004. B) Época de lluvia 2005. C). Época seca 2006. Tomado de Guzmán-Lenis *et al.* (2014b).

Por otro lado, a diferencia de lo encontrado por Corriale (2010) en Argentina, en Miramar no hubo relación directa entre el aumento de la calidad del hábitat para el chigüiro en la época de lluvias con las densidades poblacionales y los tamaños de grupo reportados. Sin embargo, la cantidad del forraje o abundancia de alimento que tuvo diferencias significativas entre los dos períodos evaluados podría estar interviniendo directamente en la densidad poblacional de chigüiros. Adicionalmente, también pueden estar influyendo actividades antrópicas que no fueron evaluadas en el HSI y que estén influyendo en el régimen hidrológico, en las variaciones en el paisaje y en las poblaciones de chigüiros (Neiff 2004; citado por Corriale & Herrera 2014); a pesar de que exista una combinación de distintos ambientes o coberturas que proporcionen los requerimientos necesarios para la especie. Asimismo, Ulloa & Chacón-Moreno (2005) relacionaron la presencia de la especie con ciertas condiciones del hábitat que dependen principalmente de la presión de caza y otros factores antrópicos.

Una de las actividades antrópicas que no ha sido evaluada en Miramar es el impacto que pueden tener las zonas de préstamo, los terraplenes y las piscinas para el tratamiento de aguas residuales sobre la población y la calidad del hábitat de los chigüiros en lluvia y sequía. La presencia de estos cambios en el paisaje se debe al establecimiento de la infraestructura petrolera en el área de estudio

desde el 2007. El terraplén y los préstamos en Miramar pueden estar ofreciendo algunas condiciones necesarias para los chigüiros en diferentes épocas climáticas del año que pueden llegar a tener influencia positiva y negativa sobre el hábitat y las poblaciones. Por ejemplo, se han observado a los chigüiros sobre la carretera posiblemente porque la utilizan como zona de descanso, ya que esta especie necesita de sitios secos dentro de la interfase tierra-agua durante la época de lluvias. Además, se ha observado que los chigüiros hacen mayor uso de las zonas de préstamos en época de sequía debido a que son los cuerpos de agua que más se demoran en cercase en este período climático, pero que pueden llegar a ser mortales para los chigüiros cuando estos se reducen en los meses más extremos de sequía aislándolos de los cuerpos de agua temporal.

Por otro lado, algunos autores mencionan que algunas especies silvestres no requieren de condiciones de hábitat óptimos, como ejemplo, Angelstam (2002) encontró, que para una especie de ave la disponibilidad de sólo 24% del hábitat óptimo dentro de una zona fue suficiente. Sin embargo, la interpretación de óptimo depende de los requerimientos estacionales de las especies e incluye un mosaico de hábitats más o menos adecuado (apropiado) que pueden fluctuar bajo la influencia de condiciones naturales (tormentas) y dirigidas (cosecha, reforestación).

Aunque en este estido no se evaluó la idoneidad del hábitat en préstamos y terraplenes por cuestiones de diseño metodológico y tiempo, es necesario realizar estudios que evalúen el impacto de éstos sobre el hábitat y las poblaciones de chigüiros en diferentes épocas climáticas.

Referencias bibliográficas

Aldana-Domínguez, J., M. I Vieira-Muñoz & D. C. Ángel-Escobar (eds). (2007). Estudios sobre la ecología del chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*), enfocados a su manejo y uso sostenible en Colombia. Instituto Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, D.C.

Atuesta, N., H. F. López-Arévalo, P. Sánchez-Palomino, O. L. Montenegro & C. I. Caro. (2014). Evaluación del estado de las poblaciones de chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*) presentes en los municipios de Paz de Ariporo y Hato Corozal (Casanare). Págs. 125-146 en H. F López-Arévalo, P. Sánchez-Palomino & O. L. Montenegro (eds), *El chigüiro Hydrochoerus*

hydrochaeris en la Orinoquía colombiana: Ecología, manejo sostenible y conservación. Biblioteca José Jerónimo Triana No. 25. Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Barreto, G.R. & Herrera, E.A. (1998). Foraging patterns of capybaras in a seasonally flooded savanna of Venezuela. *Journal of Tropical Ecology*, *14*, 87–98.

Barreto, G.R. & Quintana, R.D. (2013). Foraging strategies and feeding habits of capybaras. In *Capybara. Biology, use and conservation of an exceptional neotropical species*. (pp. 83-96). New York: Springer.

Blydenstein, J. (1967). Tropical savanna vegetation of the Llanos of Colombia. *Ecology*, 48(1), 1-15.

Bodmer, R. & J. G. Robinson. (2004). Evaluating the Sustainability of Hunting in the Neotropics. Págs. 299-323 en K. M. Silvius, R. Bodmer & J.M.V. Fragoso (eds), People in Nature: Wildlife Conservation in South and Central America. Columbia University Press, Nueva York.

Brower J.E, Zar J.H. & Von Ende, C.N. (1989). *Field and Laboratory methods for general ecology*. Dubuque Iowa: Brown publishers.

Buckland, S., D. Anderson, K. Burnham & J. Laake. (1993). Distance sampling: estimating abundance of biological populations. Champan & Hall, Nueva York.

Camargo, A. A. (2005). Área de acción y patrón de movimientos de tres manadas de chigüiros (*Hydrochaeris hydrochaeris*) en el Hato Miramar como herramienta de manejo en el municipio de Paz de Ariporo, Casanare. En *Fortalecimiento al control y seguimiento a las poblaciones de chigüiro, para la implementación de proyectos de uso sostenible en Casanare. Municipios de Paz de Ariporo y Hato Corozal. Convenio No. 72.* (pp. 109-130). Universidad de Los Llanos-UNILLANOS & Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Informe Final. Villavicencio.

Campos-Krauer, J. M. (2009). *Landscape ecology of the capybara (Hydrochoerus hydrochaeris) in the chaco region of Paraguay*. Thesis Doctor of philosophy. Division of Biology. College of Arts and Sciences. Kansas State University.

Campos-Krauer, J.M., Wisely, S.M., Benitez, I.K, Robles, V., Golightly, R. (2014). Home Range and Habitat Use of Capybara in Newly Invaded Pastureland in the Dry Chaco Region of Paraguay. *Therya*, 5(1), 61-79.

Castellano-Castro, C., Pinzón-Pérez, L., Cardona-Cardozo, A., Mora-Fernández, C., Vargar-Ríos, O. (2011). Estado de conservación de la vegetación del Bajo Río Pauto, Casanare Colombia). En *Mamíferos, Reptiles y Ecosistemas del Bloque Cubiro (Casanare): Educación Ambiental para la Conservación*. (pp. 155-190). Bogotá: Instituto de Estudios Ambientales Universidad Nacional de Colombia, Alange Energy Corp.

Conroy, M.J., J. P. Carroll, J. C. Senar & J. J Thompson. (2015). *Métodos cuantitativos para la conservación de los vertebrados*. Editorial Universidad de Nebraska, Lincoln.

Corporinoquia (s.f.). Síntesis de las medidas ambientales adelantadas por la corporación tendientes a superar la afectación en área de Sabana Inundable del Municipio de Paz de Ariporo, Casanare por mortalidad de especies silvestres y plan de acción frente a posible ocurrencia . Yopal, Colombia: Corporinoquia.

Corriale, M. J. & Herrera, E.A. (2014). Patterns of habitat use and selection by the capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*): A landscape-scale analysis. *Ecological Research*, 29, 191–201.

Corriale, M. J. (2010). *Uso y selección de hábitat del carpincho (Hydrochoerus hydrochaeris) a distintas escalas espacio-temporales en los Esteros del Iberá, Corrientes, Argentina*. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires.

Dublin, H., & Taylor, R. (1996). Making Management Decisions from Data. In K. Kangwana (Ed.), Studying Elephants. Nairobi, Kenya: African Wildlife Foundation.

Forero-Montaña, J., Betancur, J., & Cavelier, J. (2003). Dieta del capibara *Hydrochaeris hydrochaeris* (Rodentia: Hydrochaeridae) en Caño Limón, Arauca, Colombia. *Revista de Biología Tropical*, *51*(2), 579–590.

Gallina, S & C. López-González (eds.). Manual de técnicas para el estudio de la fauna. Volumen I. Universidad Autónoma de Querétaro-Instituto de Ecología, A. C. Querétaro, México. 377 pp. Libro electrónico en CD, ISBN: 978-607-7740-98-8.

Guzmán-Lenis, A. (2006). Evaluación de la calidad del hábitat disponible para el chigüiro. Cartilla 1. *En Registro y análisis de la información para el manejo sostenible de las poblaciones silvestres de chigüiros y sus hábitats en la Orinoquía colombiana. Guía de capacitación*. (pp. 1-164). Bogotá: Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia – Corporinoquia.

Guzmán-Lenis, A. R., A. A. Maldonado-Chaparro, H. F. López-Arévalo, P. Sánchez-Palomino, O. L. Montenegro & M. A. Torres. (2014a). Calidad de hábitat disponible para el chigüiro en las sabanas inundables de la Orinoquía: Propuesta metodológica. En *El chigüiro Hydrochoerus*

hydrochaeris en la Orinoquía Colombiana: Ecología, manejo sostenible y conservación. (pp. 59-75). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

Guzmán-Lenis, A. R., A. A. Maldonado-Chaparro, H. F. López-Arévalo, P. Sánchez-Palomino, O. L. Montenegro & M. A. Torres. (2014b). Evaluación de la calidad del hábitat disponible para el chigüiro en el municipio de Paz de Ariporo, Casanare. En *El chigüiro Hydrochoerus hydrochaeris en la Orinoquía Colombiana: Ecología, manejo sostenible y conservación*. (pp. 77-101). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

Gysel, L. W. & L. J. Lyon. (1980). Análisis y evaluación de hábitat. En: *Manual de técnicas de gestión de vida silvestre.* (pp. 321-344). Estados Unidos de América: Wildlife Society, Maryland.

Hall, L.S., Krausman, P.R., Morrison, M.L. (1997). The habitat concept and a plea for standard terminology. *Wildlife Society Bulletin*, 25(1), 173-182.

Hammer, Ø.H.D., Ryan, P.D. (2001). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4 (1), 9.

Herrera, E. A. (1998). Reproductive strategies of female capybaras: dry season gestations. *Symp Zool Soc Lond*, 71, 381-392.

Herrera, E. A., & Macdonald, D. W. (1989). Resource utilization and territoriality in group-living capybaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*). *Journal of Animal Ecology*, *58*(2), 667–679.

Herrera, E. A., Salas, V., Congdon, E. R., Corriale, M. J., & Tang-Martínez, Z. (2011). Capybara social structure and dispersal patterns: Variations on a theme. *Journal of Mammalogy*, 92(1), 12–20.

Hill, M.O. (1979). *Twinspan: a FORTRAN program for arranging multivariate data in ordered two-way table by classification of the individuals and attributes*. New York: Cornell University, Ithaca.

IDEAM (2003). Principales parámetros meteorológicos (promedios históricos 1961-1990). Yopal: IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales).

Jongman *et al*. (1995).

Jorgenson, J. P. (1986). Notes on the ecology and behavior of capybaras in northeastern Colombia. *Vida Silvestre Neotropical*, 1(1):31-40.

Laake, J. L., S. T. Buckland, D. R. Anderson & F. Collins. 1996. Distance User'S Guide. Version 2.2. Colorado Cooperative Fish & Wildlife Research Unit Colorado State University, Fort Collins, Estados Unidos de América.

Maldonado-Chaparro, A., & Blumstein, D. T. (2008). Management implications of capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) social behavior. *Biological Conservation*, 141(8), 1945–1952.

Mesa-González, E. & López-Arévalo, H.F. (2014). El chigüiro Hydrochoerus hydrochaeris (Linnaeus, 1766). En *El chigüiro Hydrochoerus hydrochaeris en la Orinoquía colombiana: Ecología, manejo sostenible y conservación*. (pp. 21-41). Bogotá: Biblioteca José Jerónimo Triana No. 25. Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia.

Moreira, J. R. (1995). The reproduction, demography and management of capybaras (Hydrochaeris hydrochaeris) on Marajó Island – Brazil. D.Phil. thesis. Oxford: University of Oxford.

Moreira, J.R., K. M. Ferraz, E. A. Herrera & D. W. Macdonald (eds). 2013. Capybara, Biology, Use and Conservation of an Exceptional Neotropical Species. Springer Science, Nueva York.

Morrison, M. L., Marcot, B.G., Mannam, W. M. (2006). *Wildlife habitat relationships: concepts and applications.* Third Edition. United States of America: Island Press.

OIKOS. (2003). Caracterización de las poblaciones silvestres de chigüiro y sus hábitats en las sabanas anegables del departamento de Casanare con miras a formular una propuesta de conservación y uso sostenible. Gobernación de Casanare- Grupo de Estudios Ecológicos Oikos, Bogotá.

Ojasti, J. (1973). E*studio biológico del chigüire o capibara*. Caracas: Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuaria. Editorial Sucre.

Ojasti, J. (2003). Bibliografía comentada sobre el chigüire en Venezuela. *Acta Biol. Venez*., Vol. 23 (4), 43-68

Pinzón-Pérez, L., Castellano-Castro, C., Cardona-Cardozo, A., Mora-Fernández, C. y Vargas-Ríos, O. (2011). Caracterización de las comunidades vegetales presentes en el Bloque Cubiro, cuenca baja del Río Pauto, Casanare (Colombia). En *Mamíferos, Reptiles y Ecosistemas del Bloque Cubiro (Casanare): Educación Ambiental para la Conservación*. (pp. 100-154). Bogotá: Instituto de Estudios Ambientales Universidad Nacional de Colombia, Alange Energy Corp.

Quintana, R.D. & Rabinovich, J. (1993). Assessment of capybara (*Hydrochaerus hydrochaeris*) populations in the wetlands of Corrientes Argentina Wetlands. *Ecology and Management*, 2(4), 223-230.

Quintana, R.D. (1996). *Análisis y evaluación de la aptitud de hábitat del carpincho (Hydrochaeris hydrochaeris) en relación con la heterogeneidad del paisaje y las interacciones con ganado doméstico*. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires.

Quintana, R.D. (1999). Relationship between a wetland landscape structure and wildlife: the capybara (*Hydrochaeris hydrochaeris*) as a study case. En: T*ópicos sobre humedales subtropicales y templados de Sudamérica*. (185-204). Montevideo: ORCyT – MAB/UNESCO.

Quintana, R.D., Monge, S., Malvarez, A.I. (1994). Feeding habits of capybara (*Hydrochaerus hydrochaeris*) in afforestation areas of the lower delta of the Paraná river, Argentina. *Mammalia*, *58*(4), 569–580.

Quintana, R.D., Monge, S., Malvarez, A.I. (1998). Feeding patterns of capybara *Hydrochaeris hydrochaeris* (Rodentia, Hydrochaeridae) and cattle in the non-insular area of the lower Delta of the Parana river, Argentina. *Mammalia*, 62, 37-52.

Quiroga, G. T., Álvarez-Méndez, O. (2014). Buenas prácticas en el beneficio de chigüiros (*Hydrochoerus hydrochaeris*). En H. F. López-Arévalo, P. Sánchez-Palomino, & O. L. Montenegro (Eds.), El chigüiro *Hydrochoerus hydrochaeris* en la Orinoquía colombiana: Ecología, manejo sostenible y conservación (Biblioteca José Jerónimo Triana No. 25. ed.). Bogotá: Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia.

Rial, A. (2004). Acerca de la dinámica temporal de la vegetación en un humedal de los Llanos de *Venezuela, Mem. Fund. La Salle Cienc. Nat*., 158, 59-71.

Rial, A. (2006). Variabilidad espacio-temporal de las comunidades de plantas acuáticas en un humedal de los Llanos de Venezuela. *Rev. de Biol. Trop*, *54*, 403–413.

Rudas-Lleras, A. (2015). Método del cuadrante errante. Análisis de datos. Universidad Nacional de Colombia. Inédito.

Sarmiento, G. (1984). *The ecology of Neotropical Savannas*. Harvard University Press, Cambridge.

Schivo, F., Kandus, P., Bolkovic, M.L., Minottie, P.G., Trilla, G., Quintana, R.D. (2015). A habitat suitability model for capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) at its core area in Argentina. *Tropical Conservation Science*, 8(1), 150–168.

Thomas, L., S. Buckland, K. P. Burnham, D. R. A., J. L. Laake, D. L. Borchers & S. Strindberg. (2002). Págs. 544-552 Distance Sampling en A. El-Shaarawi & W. Piegorsch, Encyclopedia of Environmetrics. Blackwell Publishing, Chichester, Reino Unido.

Thomas, L., S.T. Buckland, E.A. Rexstad, J. L. Laake, S. Strindberg, S. L. Hedley, J. R.B. Bishop, T. A. Marques & K. P. Burnham. (2010). Distance software: design and analysis of distance sampling surveys for estimating population size. *Journal of Applied Ecology* 47, 5-14.

Tiboche, A. (2016). Análisis de los cambios en el tamaño, densidad y estructura poblacional del chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*), como herramienta para el establecimiento de una unidad de manejo sostenible en Paz de Ariporo, Casanare tesis de Maestría en Ciencias - Biología. Universidad Nacional de Colombia.

Ulloa, A. R. & E. Chacón-Moreno. 2005. Distribución del hábitat del chigüire en sabanas inundables del Hato El Frío, Venezuela. Congreso Internacional en Conservación y Manejo de Vida Silvestre. 21 al 25 febrero de 2005. Heredia, Costa Rica.

UNAL-Universidad Nacional de Colombia & CORPORINOQUIA. (2015). Estado actual de las poblaciones de Chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*) y su hábitat bajo escenario de intervención antrópica y cambio climático, en el departamento de Arauca y Casanare en jurisdicción de Corporinoquia. Convenio interadministrativo 200-15-15-022. Informe final. Bogotá.

Van der Hammen, T & Rangel-Ch, J.O. (1997). El estudio de la vegetación en Colombia (Recuento histórico-tareas futuras). En *Colombia Diversidad Biótica Volumen II* (pp. 17-57). Bogotá: Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, IDEAM.

Van Horne, B. (1983). Density as a misleading indicator of habitat quality. Journal ofWildlife Management 7:893–901.

Yarrow, G. (2009). Habitat Requirements of Wildlife: Food, Water, Cover and Space. *Forestry and Natural Resourses. Fact Sheet*, (14), 1-5.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las caracterizaciones además de ser útiles para evaluar la calidad del hábitat de una especie, también permiten ver en detalle la disponibilidad de los recursos de una especie, información que puede ser de interés y útil en acciones de manejo. Específicamente, las especies de alimento potencial para el chigüiro que siempre están presentes durante todo el año es clave para tomar medidas de conservación.

Los recursos disponibles para el chigüiro variaron en las épocas climáticas evaluadas, en lluvias suelen aumentar y disminuir en época seca. Lo cual refleja la influencia de la dinámica hídrica de las sabanas inundables de la Orinoquia en la calidad del hábitat del chigüiro.

Las mayores calidades de hábitat estuvieron determinadas por celdas que abarcaron diferentes unidades de evaluación de hábitat (UEH) y proporcionaron los requerimientos de alimento y refugio para el chigüiro asociado a una fuente de agua.

En el caso del hato Miramar, la calidad media está ofreciendo los recursos y las condiciones necesarias para abarcar altas densidades poblacionales a pesar de que no se obtuvieron áreas con hábitat de calidad alta.

Los monitoreos de las poblaciones y del hábitat del chigüiro son primordiales para poder entender las fluctuaciones que se presentan. Particularmente, la ausencia de datos durante nueve años en Miramar no permite comprender con exactitud a qué se debe la disminución de la calidad del hábitat en los últimos dos años evaluados.

Se sugiere realizar la validación del modelo de HSI mediante Modelos lineales generalizados (GLMs), en donde la variable respuesta sean los datos poblacionales espacializados dentro de las coberturas vegetales, provenientes de las investigaciones de los proyecto, en donde la variable explicatoria serían los valores obtenidos del HSI y cada una de las variables de hábitat evaluadas. Así mismo, se sugiere evaluar o integrar otras variables del HSI para la ventana de Miramar que integren la información de las zonas de préstamo en época seca y época de lluvia, ya que en las dos

épocas climáticas este elemento se comporta de manera diferente proporcionando o restringiendo hábitat. Considerar la ponderación del recurso agua, ya que este suele tener el mismo peso que otras variables, a pesar de que este requerimiento sea más restrictivo para la reproducción y las poblaciones de chigüiro. También se sugiere realizar diferentes modelos de HSI que reflejen el comportamiento de la dinámica poblacional de los chigüiros. Evaluar si es necesario establecer un modelo de HSI para sequía y otro para lluvia. Hacer correlaciones con los datos de la distribución de las poblaciones, evaluar el uso de los recursos por parte del chigüiro con los datos poblacionales y demográficos de la especie, para mejorar el modelo y ofrecer una herramienta robusta de apoyo en el manejo y aprovechamiento de la especie en las sabanas inundables de la región.