



Universiteit  
Leiden  
The Netherlands

**Una isla, dos mundos : estudio arqueológico sobre el paisaje indígena de Haytí y su transformación al paisaje colonial de La Española (1200-1550)**  
Herrera Malatesta, E.N.

**Citation**

Herrera Malatesta, E. N. (2018, March 15). *Una isla, dos mundos : estudio arqueológico sobre el paisaje indígena de Haytí y su transformación al paisaje colonial de La Española (1200-1550)*. Sidestone Press, Leiden. Retrieved from <https://hdl.handle.net/1887/61204>

Version: Not Applicable (or Unknown)

License: [Licence agreement concerning inclusion of doctoral thesis in the Institutional Repository of the University of Leiden](#)

Downloaded from: <https://hdl.handle.net/1887/61204>

**Note:** To cite this publication please use the final published version (if applicable).

Cover Page



Universiteit Leiden



The handle <http://hdl.handle.net/1887/61204> holds various files of this Leiden University dissertation

**Author:** Herrera Malatesta, Eduardo

**Title:** Una isla, dos mundos : estudio arqueológico sobre el paisaje indígena de Haytí y su transformación al paisaje colonial de La Española (1200-1550)

**Date:** 2018-03-15

---

## MARCO METODOLÓGICO

### 3.1. INTRODUCCIÓN

El presente capítulo tiene como objetivo presentar la metodología utilizada para articular el marco teórico con las evidencias arqueológicas recolectadas y registradas durante los trabajos de campo. Este capítulo presentará las estrategias consideradas para el registro, procesamiento, clasificación y análisis de las evidencias arqueológicas, históricas y ambientales. El capítulo se divide en cinco secciones principales, en primer lugar se definen las escalas espacio-temporales de la investigación. Luego se presentan los métodos para la descripción y clasificación de los datos espaciales, donde se presentan las definiciones de campo y de laboratorio para el concepto *sitio* arqueológico. En la tercera sección se muestran los métodos utilizados para registrar evidencias durante los trabajos de campo, donde se retoman las ideas de la arqueología regional y los tres métodos aplicados, a saber: prospecciones sistemáticas, prospecciones oportunistas y modelos predictivos. La cuarta sección trata los métodos de documentación y procesamiento, los cuales se refieren al registro de cada evidencia de cultura material en campo, al procesamiento de los datos arqueológicos previos, la edición y clasificación de los conjuntos de datos espaciales y, el uso y consideración de las evidencias cartográficas e históricas. Finalmente, la última sección explicará los métodos para los análisis estadísticos y estadístico-espaciales, los cuales son: Análisis de Componentes Principales (ACP), Análisis de Correspondencias Múltiples (ACM), Regresión Logística Lineal Múltiple, Modelo de Proceso de Puntos, Regresión Geográficamente Ponderada.

Es importante destacar que en este capítulo se presentan dos metodologías, la primera sobre los métodos utilizados para procesar las evidencias de campo y la segunda sobre los métodos utilizados en el laboratorio para clasificar y analizar las distintas evidencias. Las dos metodologías produjeron resultados, unos fueron previos a los análisis de las evidencias y estuvieron relacionados con los trabajos de prospección en campo. Los segundos se refieren directamente a los análisis estadísticos de los conjuntos de evidencias y sus comparaciones. Aunque este capítulo está dedicado a los métodos, se presentarán aquí los resultados de los análisis relacionados con la metodología de campo. Esto se debe principalmente a que los métodos aplicados en campo tanto de organización como de clasificación están íntimamente relacionados con todas las partes de la investigación, por lo que explicar su resultado en el capítulo de análisis le restaría coherencia a la disertación.

### 3.2. SOBRE LAS ESCALAS ESPACIO-TEMPORALES DE LA INVESTIGACIÓN

Este apartado consta de dos aspectos esenciales para el trabajo en general. En primer lugar se presentarán las definiciones de escalas espacio-temporales, y en segundo, se presenta el trabajo realizado para definir el área de estudio.

Para la investigación se definió primeramente una escala temporal para enmarcar los acontecimientos espaciales e históricos que fueron abordados en el trabajo. Dadas las características del proyecto NEXUS 1492 y de las evidencias registradas durante los trabajos de campo y disponibles a través de fuentes documentales y gráficas, se decidió que la investigación se enmarcaría en el Periodo Cerámico Tardío y el Colonial Temprano, particularmente desde 1200 d.C. a 1550 d.C. Es decir, que del periodo colonial solo se consideraron fuentes de información que, aunque su creación/edición/publicación haya sido posterior, hayan sido generadas en o a partir de informes directos entre los primeros 50 años del proceso de conquista. La razón de definir este periodo se debió en primer lugar a que el foco principal es el paisaje indígena de antes de la llegada de Colón, y que las comparaciones que permiten desarrollar ideas de transformación de ese paisaje comenzaron a gestarse en los primeros años de conquista. En segundo lugar, se definieron un conjunto de categorías que representan las distintas escalas espaciales de análisis: *macro-región*, *región*, *área* y *zona*.

La *macro-región* es la categoría geográfica más amplia y se refiere a la costa centro norte de la isla compartida por la República Dominicana y la República de Haití (fig. 2). La definición de la *macro-región* se dio de manera arbitraria y responde al interés de explorar las evidencias existentes sobre el área geográfica donde se fundaron las primeras villas y fuertes españoles, de manera de poder obtener patrones espaciales para las comparaciones. La *región* se refiere a una categoría espacialmente menor a la anterior y para el caso de este trabajo se definieron dos: la *región arqueológica* y la *histórica*. Es importante tener en cuenta que estos nombres responden únicamente al tipo de evidencias utilizadas para observar los patrones espaciales de cada cual. Es decir, la *región arqueológica* se basa en el espacio geográfico donde se han realizado los únicos registros arqueológicos desde una perspectiva regional en el norte de la isla, es decir las áreas donde se realizaron los trabajos de Ulloa Hung (2014) en Punta Rucia, aquellos de Moore y Tremmel (1997) y Koski-Karell (2002) en el noreste de Haití y los propios de esta disertación. La *región histórica* abarca la costa circundante a la ubicación de la villa de La Isabela hasta las montañas cercanas al lugar de asiento del Fuerte Santo Tomás de Jánico, es decir, el espacio geográfico alrededor de la Ruta de Colón<sup>11</sup>. La selección de este espacio para la *región histórica* se basó en la variada evidencia de asentamientos españoles tempranos y sus registros cartográficos y escritos, lo que permite estudiarla en busca de patrones espaciales. Es por esto que otros asentamientos tempranos como La Navidad y Puerto Real no fueron incluidos para las evaluaciones y posteriores comparaciones. Un aspecto importante de la categoría *región*, es que será a este nivel donde se darán las comparaciones entre el modelo de paisaje indígena creado a partir de las evidencias arqueológicas y alternativas explicativas de su transformación

---

11 Actualmente se están realizando prospecciones arqueológicas en esta región, cuyos primeros resultados han sido ya publicados por Hofman y Hoogland (2015), Hofman *et al.* (2016), Ulloa y Sonnemann (2017) y Hofman *et al.* (en prensa).

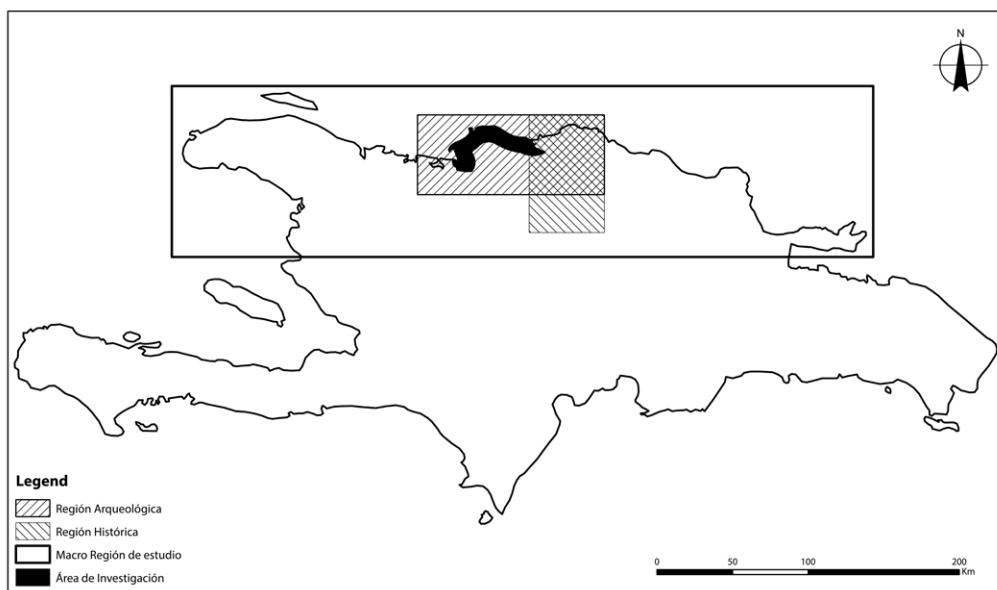


Figura 2. Macro-Región, Regiones y Área de Estudio consideradas para la investigación en el Norte de la isla de Haytí/La Española.

en función de evidencias documentales y cartográficas, ya que es a esta escala donde se posee la evidencia espacial necesaria para construir un modelo de transformación del paisaje indígena.

El área se refiere a una categoría espacial menor a la región y en el caso de esta disertación se basa en la costa de la Provincia de Montecristi, cuyas fronteras son al norte el Océano Atlántico, al sur las provincias de Dajabón y Santiago Rodríguez, al oeste la República de Haití y al este la provincia de Puerto Plata (fig. 2). Como se señaló anteriormente, para la construcción del modelo de paisaje indígena, el área estudiada aquí será complementada con dos áreas más, la primera es el norte de la Provincia de Puerto Plata donde Ulloa Hung ha llevado a cabo investigaciones en años recientes. Los datos del área de Puerto Plata provienen de la investigación realizada por Ulloa Hung y consta de una muestra de 99 sitios arqueológicos. Aunque las investigaciones recientes de este investigador como parte del proyecto NEXUS 1492 en las actuales Provincias de Puerto Plata y Valverde han aumentado considerablemente la muestra, para las comparaciones a ser realizadas aquí se decidió utilizar exclusivamente fuentes publicadas (Ulloa Hung 2014; Ulloa Hung y Herrera Malatesta 2015). La razón de esto es que de las publicaciones se extraen patrones que pueden ser corroborados por terceros interesados en una revisión detallada de los modelos e interpretaciones. Las informaciones del área de Fort Liberté provienen de 64 sitios arqueológicos del reporte técnico realizado por Clarke Moore (Moore y Tremmel 1997) y de los modelos creados por Koski-Karell (2002) en su disertación doctoral esos datos. Aunque estos autores trabajaron toda la costa norte de Haití, para esta investigación se decidió sólo utilizar

aquellas evidencias ubicadas en el área de Fort Liberté<sup>12</sup>, ya que por su cercanía geográfica pueden ser mejor relacionadas con los patrones y evidencias del área de la Provincia de Montecristi (apéndice 1). Por último, la *zona* es la categoría espacial menor y se refiere a las transectas definidas para dividir el área cuando se consideró la realización de las prospecciones sistemáticas (fig. 5).

Las distintas escalas espaciales permitieron definir espacios geográficos para cada nivel analítico a ser abordado en la disertación. Las zonas y el área de estudio se configuraron considerando los objetivos específicos del trabajo y de aquí provienen los datos y análisis originales de la disertación. El conjunto de resultados de los análisis realizados a las evidencias arqueológicas en la costa de la Provincia de Montecristi (área) serán, en el capítulo de discusión, comparados con los patrones de las áreas vecinas de Punta Rucia y el noreste de Haití. Con este conjunto de interpretaciones se planteará un modelo del paisaje indígena para la región arqueológica considerada. Por otro lado, la región histórica fue definida a partir de la presencia de evidencias espaciales que permitieran discernir patrones definibles. Aunque en la macro-región hay registro y evidencias de otras villas españolas, es sólo en la región donde se presenta un patrón espacial que permitió la creación de un modelo de paisaje español para los primeros años de la conquista y colonización.

Si bien las regiones no comparten el mismo espacio geográfico, es cierto que, en primer lugar los acontecimientos que llevaron a los primeros españoles a fundar las villas y fuertes de la región histórica considerada, impactaron toda la macro-región del centro norte de la isla. En segundo lugar, el objetivo de la disertación es explorar la transformación del paisaje indígena en el norte de la isla, por lo que el paisaje de los grupos indígenas (creado a partir de la región arqueológica) que habitaron esa región fue afectado por los eventos que se estaban gestando en la región vecina. La llegada de Colón a la isla impactó a las poblaciones que habitaban en las inmediaciones de los movimientos españoles, así como a las poblaciones de áreas vecinas con las cuales estas primeras tuvieron seguramente contactos y relaciones.

Ahora bien, cuando se comenzaron los trabajos de campo, se consideró prospectar el área costera de la provincia de Montecristi, ya que dentro del contexto de una investigación de doctorado no habría tiempo de registrar evidencias en toda la provincia. Inicialmente, la poligonal de estudio se planteó de Este a Oeste a todo lo largo de la línea costera de la provincia, y de Norte a Sur en una franja de 7 km de ancho. Esta poligonal de 7 km fue utilizada en las dos primeras salidas de campo y modificada durante la tercera a una franja de 10 km de ancho. La razón de esta modificación se basó en dos aspectos principales. En primer lugar, el Servicio Geológico Nacional (SGN) proveyó de un conjunto de datos en formato digital entre los que se encontraba un mapa vectorial de la República Dominicana cuyas fronteras son altamente precisas. Este mapa destacó que los mapas sobre los cuales se habían generado los archivos vectoriales de la provincia de Montecristi y el área de investigación no coincidían con los nuevos datos (fig. 3). En segundo lugar, durante la tercera y última salida de campo durante el año

---

12 Actualmente Joseph Sony Jean está realizando una investigación doctoral en el área de Fort Liberté en el marco del proyecto NEXUS 1492. Esta investigación será culminada en 2018 y está enfocada en entender la biografía del paisaje de esta región desde el periodo prehispánico hasta las poblaciones que hoy en día habitan la zona.

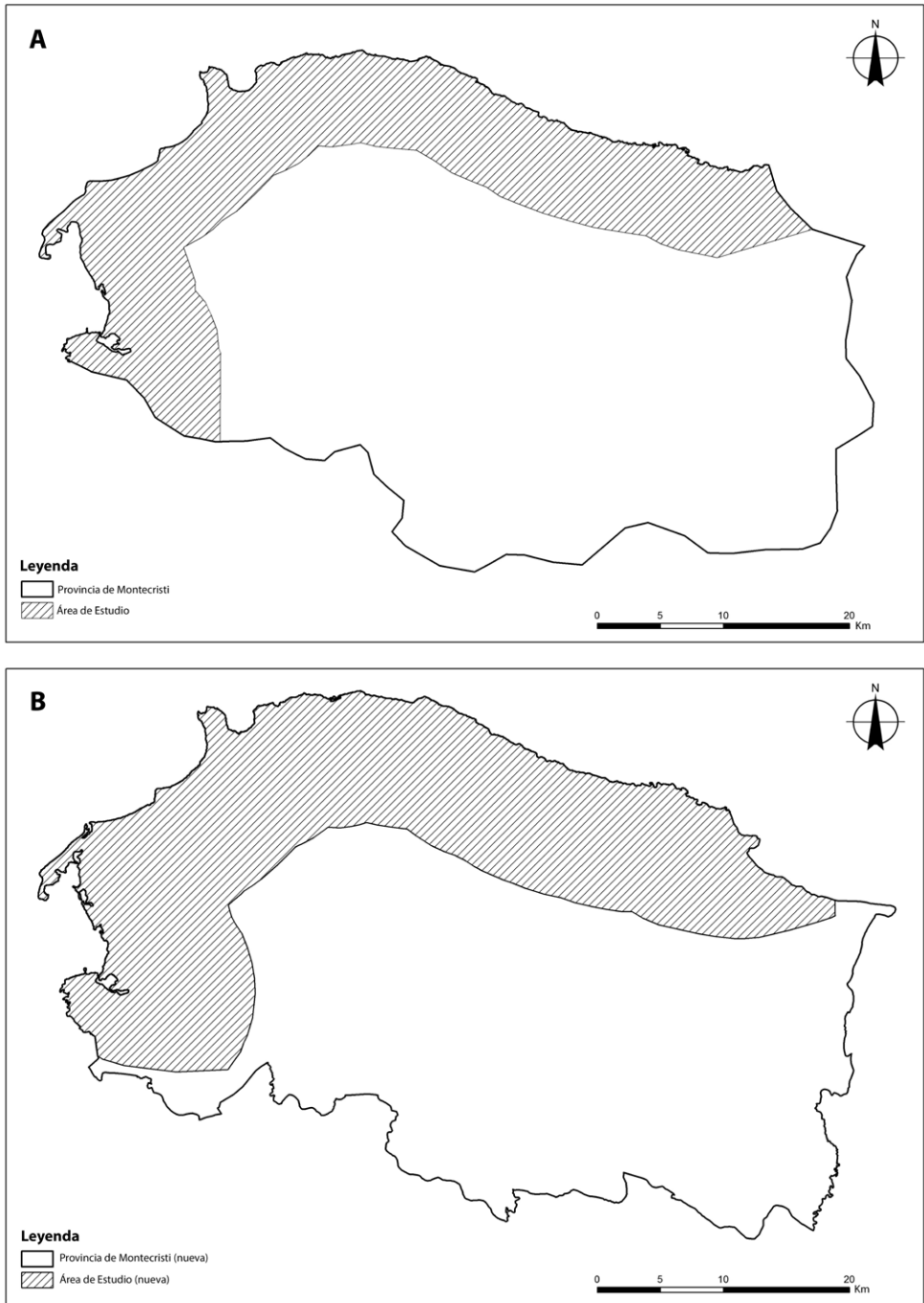


Figura 3. Variación de la Poligonal del Área de Estudio y de la Provincia de Montecristi, Noroeste de la Republica Dominicana. A) Inicial: antes del 2015 ( $\pm 500 \text{ km}^2$ ) y B) Nueva: después del 2015 ( $\pm 750 \text{ km}^2$ ).

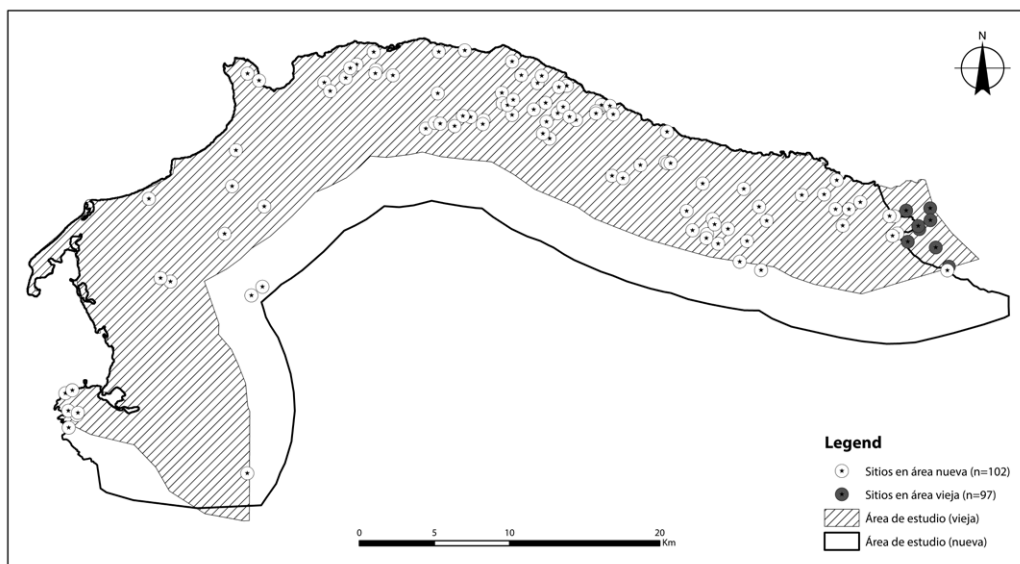


Figura 4. Las dos poligonales del área de estudio y la distribución de sitios arqueológicos de la costa de la Provincia de Montecristi, Noroeste de la República Dominicana, mostrando los sitios que fueron dejados/incluidos por este cambio.

2015, se consideró que los tiempos de registro de sitios en el área eran más expeditos de lo inicialmente considerado.

Este cambio de poligonal de estudio tuvo efecto en la cantidad de sitios a ser utilizados tanto porque algunos quedaron fuera como porque otros fueron incluidos. Los sitios que quedaron fuera de la nueva poligonal de estudio de hecho se encontraban fuera de la Provincia de Montecristi, por lo cual no tenían cabida dentro del área seleccionada para la disertación. Estos sitios, así como otros siete del Este de Montecristi fueron registrados por Ulloa Hung (2014). Los sitios que fueron incluidos en la nueva poligonal se encuentran a lo largo del área (fig. 4). Este cambio sólo se refleja en la descripción del trabajo de campo sistemático y los modelos predictivos, ya que ambos métodos fueron aplicados a la poligonal anterior. Además de estos dos aspectos, este cambio no se ve reflejado en ningún otro aspecto de la disertación, y es ejemplo de la diversidad y complejidad del trabajo con datos espaciales tanto digitales como físicos.

### 3.3. MÉTODOS DE TRABAJO DE CAMPO

#### 3.3.1. Arqueología Regional

La recolección y registro de evidencias arqueológicas ha sido uno de los temas principales en la arqueología desde mediados del siglo pasado (Dunnell 1971; Plog *et al.* 1978; Hodder 1999; Orton 2000). Más aún, los cambios de paradigma dentro de la disciplina, por ejemplo de Historia Cultural a la Ecología Cultural y posteriormente a la Arqueología Procesal y Post-Procesual, han sido factores decisivos en la reorientación de los métodos de recolección y registro en campo. Ejemplos clásicos van desde la tradicional ubicación de sitios en grandes áreas (por ejemplo, la investigación de Rouse



(1939) en el Caribe) hasta prospecciones regionales de áreas específicas (por ejemplo, Flannery (1976) en México), donde la aplicación de estadística incluyó el muestreo estadístico y enfoques sistemáticos (Stanish 2003).

Como resultado de los modelos teóricos de los años setenta, la arqueología regional se estableció como el principal método para entender los patrones sociales sobre amplios marcos temporales y espaciales (Kowalewski 2008). Como lo menciona Kowalewski (2008: 225) “siempre parece producir ideas nuevas e inesperadas”, al proveer de una perspectiva amplia sobre la organización social y política regional y macro regional, sobre la interacción y el intercambio, y por ende sobre el comportamiento humano (Kowalewski 1990). Este método se deriva de la idea propuesta en la Nueva Arqueología de Binford, donde cualquier investigación debe incluir una consideración sistemática de “regiones [que] pudieron haber contenido sistemas culturales.” (Binford 1964: 426). Esta propuesta de prospecciones regionales estuvo acompañada de una metodología de reconocimientos superficiales sistemáticos de área total. Las prospecciones sistemáticas de área total permiten una recuperación metódica de materiales arqueológicos en regiones de gran extensión territorial. Estas metodologías estuvieron íntimamente ligadas a la introducción de métodos estadísticos en arqueología tanto para análisis como para el muestreo de evidencias (Orton 2000). Aunque ha sido ampliamente aplicada en la Arqueología Americana, la aplicación de las prospecciones intensivas ha crecido en la aceptación en la arqueología europea, mediterránea y del Medio Oriente (Bintliff 1977; Bintliff y Snodgrass 1988; Cherry 2003; Bevan y Conolly 2013).

Un elemento esencial en las prospecciones superficiales regionales fue destacado por Dunnell y Dancey (1983: 268) al comentar que el objetivo de éstas es *responder a las preguntas de la investigación* y no el simple registro de sitios para la excavación. Esto contrasta con la perspectiva de la Historia Cultural, donde el objetivo principal era ubicar los *sitios cabeceros* que permitieran reconstruir la historia cultural de una región específica (Lyman *et al.* 1997). En oposición para la Nueva Arqueología, el objetivo era tener una comprensión amplia de las culturas y para esto era necesario explorar sus patrones de asentamiento y medio ambiente (Stanish 2003), y para esto las prospecciones sistemáticas eran el método más adecuado.

En el Caribe, al menos hasta finales de los años setenta, todas las prospecciones arqueológicas consistieron en recolecciones oportunistas y no sistemáticas de datos (De Waal 2006). Esta estrategia consiste en visitar “sitios” arqueológicos con habitantes de las comunidades del área o la región de investigación. Este tipo de prospecciones tiene la desventaja de estas sesgadas por los conocimientos de los individuos de las localidades, y por lo tanto no existe forma de saber si los hallazgos registrados reflejan realmente la diversidad arqueológica del área o región (Hofman *et al.*, 2004: 9). Sin embargo, y como consecuencia de este cambio de paradigma en la arqueología a finales de la década de 1970, se realizaron algunos ejemplos de prospecciones sistemáticas en el Caribe (De Waal 2006). Aunque no todos los casos incluyeron prospecciones sistemáticas, en términos de arqueología regional es posible destacar los siguientes trabajos: Goodwin (1979) en St. Kitts, Watters (1980), así como Watters & Scaglione (1980) en Barbuda y Montserrat; Haviser (1985a, 1985b, 1988) en St. Eustatius, Saba y St. Martin; Wilson (1989, 1991) en Nevis; Curet (1992) y Torres (2012) en Puerto Rico; Moore & Tremmel (1997) en Haití; Drewett (1991, 1995, 2004) en Barbados y Tortola y las Islas Caimán; Keegan *et al.* (2002) y Hofman *et al.* (2004) en Santa Lucía;

Koski-Karell (2002) en el norte de Haití; Kaye *et al.* (2003) en Carriacou; Antczak y Antczak (2006) en el Archipiélago de Los Roques en Venezuela; De Waal (2006) y Bright (2011) en las Antillas Menores; y Ulloa Hung (2014) en el norte de la República Dominicana. Como se mencionó en el capítulo contextual, esta investigación sigue la línea sentada por Ulloa Hung en el área de Punta Rucia y varios de los autores mencionados. Así mismo, en términos metodológicos se trató de trascender estas investigaciones de vanguardia al aplicar distintos métodos de prospección, proponer una definición novedosa para el concepto de sitio, utilizar métodos de análisis estadísticos y estadístico-espaciales nunca o raramente usados en la arqueología del Caribe.

Es importante señalar que aunque dentro de la arqueología regional se hace hincapié en las prospecciones sistemáticas, los términos no son sinónimos, ya que la prospección sistemática es sólo un método de campo. Los métodos utilizados en la arqueología regional son medidos por su “intensidad”, y esto se entiende como “el grado de detalle con el cual se inspecciona la superficie del suelo de una unidad de prospección determinada, ya sea que esta unidad es una región grande o una pequeña unidad de muestreo (Plog *et al.* 1978: 389, traducción del autor). En este sentido, la prospección sistemática de área total tendrá la intensidad más alta y el reconocimiento simple la más baja, y generalmente se utiliza en regiones donde se ha realizado poco trabajo (Stanish 2003). Esta investigación se incluye en un enfoque de arqueología regional, y se aplicaron tanto métodos sistemáticos y como oportunistas en las prospecciones de campo, cuyas especificidades se presentan a continuación.

### 3.3.2. Prospección Sistemática

#### 3.3.2.1. Historia de las Investigaciones

La primera prospección sistemática conocida en el Caribe fue realizada por Goodwin (1979) en la isla de St. Kitts. Goodwin aplicó un muestreo de múltiples etapas con cuadrantes, que consisten en dividir la población de estudio en grupos, después de lo cual uno o más de estos se eligen al azar para ser muestreados. El objetivo de esta investigación fue comprender la distribución espacial de los grupos portadores de Cerámica Temprana en la isla (Goodwin 1979). Contemporáneamente con este estudio Watters (1980) realizó prospecciones en Barbuda y Montserrat. En su trabajo de campo aplicó un muestreo probabilístico por transectas a través de la isla, que incluía una inspección peatonal de las líneas seleccionadas a muestrear. El objetivo de aplicar este método fue conocer cómo la geología (caliza en Barbuda y volcánica en Montserrat) influyó en la presencia de sitios precolombinos (Watters y Scaglione 1980). En la isla de Nevis, Wilson (1989, 1991) llevó a cabo “un estudio arqueológico intensivo para los restos de asentamientos prehistóricos [...] conducidos a lo largo de las costas y sistemas de drenaje de Nevis.” (Wilson 1989: 431). Wilson siguió la estrategia de Goodwin para St. Kitts, donde las áreas de mayor probabilidad fueron caminadas al 100%, mientras que otros sectores que eran menos propensos a contener sitios arqueológicos, fueron aleatoriamente prospectados. El objetivo de esta investigación fue “proporcionar un catálogo completo de los sitios arqueológicos de la isla” para mejorar la comprensión del patrón de asentamiento precolombino y la historia cultural (Wilson 1991: 272).

Años después de estos primeros intentos, De Waal (2006) realizó una prospección sistemática en tres islas de las Antillas Menores, Pointe des Châteaux, La Désirade y

la Petite Terre, para comprender la organización social, la interacción y los patrones de asentamiento. Las prospecciones de campo consistieron caminar sistemáticamente transectas a través de la isla y en la costa que el objetivo de registrar los asentamientos precolombinos. Por otro lado, en las Antillas Mayores, Cooper y Valcárcel (2004) aplicaron esta metodología sistemática en Cuba, recolectando material por parcelas para identificar la extensión del sitio de asentamiento de Los Buchillones e investigar si había más sitios de ocupación prehispánica a lo largo de la costa. En Puerto Rico destaca el trabajo de Torres (2012) cuyo objetivo fue documentar la transformación de comunidades sociales en la región de Tibes entre el 600 y 1200 d.C. Para esto, realizó prospecciones de superficie de cobertura total en unidades de muestreo seleccionadas, así como pruebas de piqueta en transectas y prospecciones oportunistas (Torres 2012: 157). En la República Dominicana, las prospecciones de campo sistemáticas se han aplicado principalmente en el contexto de la arqueología de contrato (Abreu Collado y Olsen Bogaert 1989; Olsen Bogaert 2004, 2006, 2013), con excepción de la disertación de maestría realizada por Johnson (2009) en El Cabo (Higüey). Hasta el momento en la región norte de la isla no hay ningún ejemplo de prospecciones sistemáticas de superficie total de ningún tipo.

### 3.3.2.2. Aplicación en Montecristi

El objetivo de llevar a cabo prospecciones de campo sistemáticas se basa en la necesidad de crear y desarrollar nuevos enfoques metodológicos para mejorar los métodos de campo en la República Dominicana y el Caribe en general. Esto se basa en la idea de que los nuevos desarrollos tecnológicos y datos de alta resolución disponibles hoy en día para la región se complementarían con prospecciones de “grano fino” para mejorar los resultados.

Con el fin de crear un conjunto de datos que responda adecuadamente a las preguntas planteadas en esta investigación, este estudio adopta un enfoque de múltiples escalas para el registro material proveniente de las prospecciones, similar al desarrollado por Bevan y Conolly (2006) para la isla de Antikythera en Grecia. Los enfoques de múltiples escalas son los más adecuados cuando la interacción constante de datos en diversas escalas podría ayudar a responder a las preguntas de investigación. Más aún, considerando la definición de sitio utilizada en esta investigación, el estudio a diversas escalas proporcionó informaciones esenciales para integrar los resultados de los trabajos de campo, con los análisis y finalmente con la teoría planteada. Se ha asumido en esta investigación que el movimiento de la escala desde lo local a lo regional podría arrojar luz sobre los intereses de investigación. Sin embargo, es importante tomar en consideración que la definición de escala en la teoría y la práctica es relativa al contexto de cada investigación (Lock & Molyneux 2006: 1).

Las transectas creadas para realizar las prospecciones se diseñaron sobre la base del registro de datos para el área vecina de Puerto Plata (De Ruiter 2012; Ulloa Hung 2014). Sobre la base de la cantidad de sitios y su distribución espacial se consideró que el enfoque de transectas sería la solución más adecuada para registrar las evidencias de la costa. Las transectas se han utilizado con éxito en la arqueología, tanto en el Caribe como en otras partes del mundo (Watters 1980; Voorrips et al. 1991; Orton 2000). Se decidió calcular el tamaño del transecta basándose en los datos disponibles para la región. Así, se ubicaron una serie de transectas sobre el mapa de distribución

de sitios de Puerto Plata, y se ensayaron transectas de varios anchos y longitudes para elegir un tamaño que pudiera proporcionar la mayor probabilidad de éxito para la prospección sistemática de Montecristi. Después de aplicar esta estrategia se decidió que una transecta de 1.5 x 5 km de dimensión proporcionaría una visión adecuada de la distribución de sitios en toda la costa de Montecristi. Un segundo paso fue dividir la costa de Montecristi en transectas resultando un total de 45. Para simplificar y reducir los tiempos de trabajo de campo, se decidió usar una muestra del total de transectas (Orton 2000, Baxter 2003). El área fue dividida en 41 transectas, 40 con un tamaño de 1.5x5 km, y una con un tamaño de 2.7x4 km. Esta última (15) tenía un tamaño diferente, ya que esta transecta se encuentra en una parte del área de estudio con forma de codo flexionado, y una transecta completa no podría ser ubicada allí. Con el fin de tener una visión completa de la costa de Montecristi, se seleccionaron 14 de estas transectas ( $1/3 = 33\%$ ), una para ser prospectada cada 3 km. Durante la segunda visita al área de estudio (Junio y Agosto de 2014) se prospectó la transecta 8 (fig. 5).

Sobre la base de la descripción de los yacimientos arqueológicos en la zona de Puerto Plata, donde el tamaño promedio de los sitio oscila entre 2000 y 28000 metros cuadrados (Ulloa Hung 2014: 499-501). Se consideró que tres equipos con una separación de 30 m entre ellos cubrirían un sector visual entre 80 m y 120 m aproximadamente, dependiendo de la visibilidad del suelo, los alrededores y las características del terreno, lo que permitiría tener un alto rango de confianza de poder observar evidencias de sitios arqueológicos.

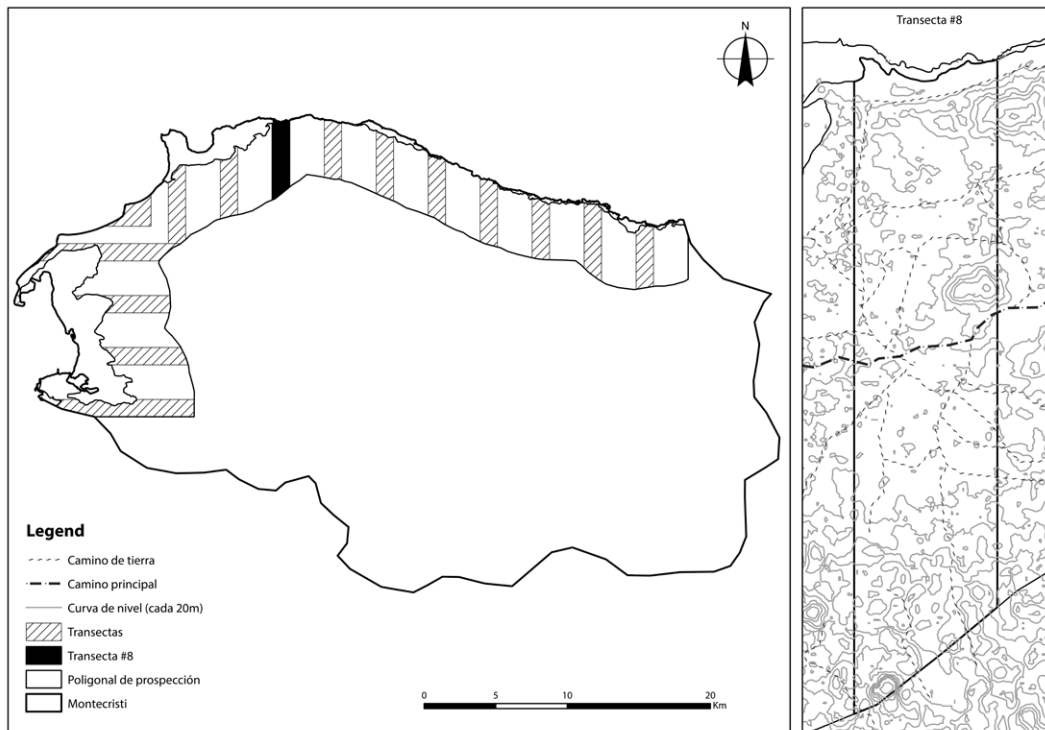


Figura 5. Zonas de prospección sistemática durante los trabajos de campo de 2014 en el área de investigación en la costa de la provincia de Montecristi, Noroeste de la República Dominicana.

### 3.3.3. Prospección Oportunista

La ventaja de la prospección sistemática es que no ignora los sectores entre “sitios” que podrían tener más “sitios” no registrados, o proporcionar datos ambientales necesarios para comprender la lógica del uso humano del espacio (Orton 2000: 81). Sin embargo, en algunas regiones ciertos aspectos como la vegetación densa, el clima y/o una topografía compleja pueden afectar en gran medida el resultado de una estrategia sistemática, y la metodología de “cobertura regional total” propuesta por Kowalewski (2008) podría ser “poco práctica o casi imposible.” (Harrower 2013: 215; Bevan y Wilson 2013). En estos casos, el muestreo oportunista también conocido como prospección no sistemática es una opción viable y aceptada arqueológicamente (Orton 2000). Este método consiste en visitar sectores ya conocidos, ya sea por investigaciones arqueológicas previas o por miembros de las comunidades que habitan en la región de estudio y que por diversas razones están al tanto de la presencia de cultura material del pasado. Este tipo de prospecciones es considerado un *método de muestreo*, ya que se basa en el conocimiento previo que no representa la evidencia arqueológica total de un área o región (Plog *et al.* 1978). En el caso de desarrollar los trabajos con miembros de la comunidad, la estrategia puede configurarse de dos maneras. En primer lugar, encontrar uno o más individuos de las comunidades con conocimientos sobre la región, y especialmente conocedores del tipo de evidencias a ser registradas. En segundo lugar, tener una reunión con los líderes comunitarios, explicar el proyecto, sus objetivos y dejar a juicio de la comunidad cuál o cuáles personas serán las más adecuadas para acompañar al investigador.

La prospección oportunista se basa en el conocimiento local, a su vez el conocimiento local está fundado en la experiencia y conciencia de diferentes individuos de una comunidad sobre la presencia de evidencia de lugares antiguos en los alrededores de sus casas y área de habitación o trabajo. Este conocimiento es un producto de la tradición oral, las historias familiares y la historia local de la zona. Además, se puede contar la experiencia personal del individuo, así como su curiosidad para observar y recordar los sectores con presencia de cultura material pasada. Otro elemento relevante dentro de este método es son los hallazgos que se realizaron al explorar diversos parajes con los miembros de la comunidad como consecuencia de la combinación de saberes y experiencias entre los colaboradores y el arqueólogo. En algunos casos esto llevó al registro de nuevos sitios desconocidos por los propios guías.

Es evidente que este método tiene fuertes sesgos con respecto a las áreas a ser visitadas por el investigador, ya que el registro de los sitios arqueológicos no representa, necesariamente, una imagen completa de los sistemas sociales de los grupos en el pasado (Hofman *et al.* 2004). Uno de los objetivos de las prospecciones de campo es sistematizar lo no sistemático, pero para lograr esto en contextos donde las prospecciones sistemáticas son difíciles de aplicar, es posible articular alternativas. La idea es que el sesgo inherente de los lugareños podría minimizarse si el arqueólogo observa y sistematiza variables utilizadas por ellos para conocer la presencia de sitios. Por ejemplo, durante los trabajos de campo constantemente se consideró y preguntó ¿cómo sabe el guía que hay presencia de materiales arqueológicos en una ubicación determinada? A partir de esto, durante las prospecciones se visitaban las locaciones indicadas por los colaboradores, y a la par y cuando era posible se redirigía la búsqueda a zonas donde no había conocimiento previo de sitios arqueológicos pero donde se logró registrar cultura

material relacionada con los antiguos habitantes indígenas. Con este complemento se logró registrar cinco sitios (MC-36, MC-56, MC-103, MC-106, MC-110) que no eran conocidos ni habían sido registrados anteriormente. Otro aspecto que minimizó el sesgo en este tipo de metodología de campo, fue la definición de sitios como tendencias. Estos debido a que el resultado de la combinación de todos los sitios no implica necesariamente patrón de asentamiento, pero sí se refiere a evidencia de acciones humanas en el terreno que generan patrones de tendencias, que pueden ser utilizados para inferir intencionalidades en el uso y relación con el ambiente.

#### 3.3.4. Modelos Predictivos<sup>13</sup>

Un modelo predictivo es básicamente un método para predecir las áreas de alta probabilidad donde sitios o características arqueológicas pueden estar presentes mediante el uso de técnicas estadísticas (Kvamme 1988, 1995; Warren 1990; Wescott 2000; Wheatley & Gillings 2002; Conolly & Lake 2006; Kamermans *et al.* 2009). La idea detrás de esto es que los restos arqueológicos suelen tener una distribución espacial que no es aleatoria, sino que sigue una organización estructurada que refleja el patrón de asentamiento de la sociedad. Los modelos predictivos pueden ser construidos tanto por métodos intuitivos (Waal *et al.* ms. Inédito) como por estadísticos (Kamermans *et al.* 2009; Verhagen y Whitley 2011). Los métodos intuitivos se basan en la experiencia y conocimientos arqueológicos existentes para una zona dada, y el modelo se crea a partir de la combinación de esas informaciones en mapas topográficos. Los modelos creados a partir de métodos estadísticos se pueden construir tanto sobre la base de conocimientos existentes para una región o a partir de datos teóricos. La diferencia con el modelo anterior es que para este caso, los modelos son creados a partir de la aplicación de técnicas estadísticas para realizar cálculos probabilísticos. Ambos métodos producen resultados relevantes y son generalmente utilizados para asistir trabajos de campo (Kamermans 2008) o colaborar con agencias encargadas de Manejo de Recursos Culturales (Verhagen *et al.* 2010a, 2010b). En la arqueología del Caribe existen pocos casos de aplicaciones de modelos predictivos, y las comparaciones sobre las posibilidades y limitaciones de construir modelos intuitivos o estadísticos han sido evaluadas sólo recientemente (Herrera Malatesta 2017). En esta investigación se aplicaron métodos estadísticos para la construcción de los modelos. Hasta el momento se han utilizado diversas técnicas para la creación de modelos predictivos en arqueología, desde la transferencia de densidad, la regresión de densidad, la regresión de significancia, el análisis de función discriminante (Carr 1985 en Warren 1990a, *cf.* 1990b), tendencias de superficie (Kvamme 1988), regresión logística (Kvamme 1988; Van Leusen y Kamermans 2000), o estadística bayesiana (Finke *et al.* 2008), entre otros (*cf.* Verhagen 2007; Verhagen *et al.* 2009).

A pesar de la diversidad de técnicas utilizadas, la regresión logística o *regresión logística lineal múltiple* ha sido la más popular en la arqueología en los últimos 20 años (Woodman y Woodward 2002; Conolly y Lake 2006). Ejemplos de sus aplicaciones en diferentes regiones del mundo han demostrado su valor como una estadística pre-

---

13 Todos los análisis estadísticos y los mapas resultantes de éstos fueron realizados con el programa R 3.3.2. Para las ediciones y construcciones digitales de las variables ambientales y la creación de mapas se utilizó ArcGIS 10.2.2.

cisa y se considera que tiene poder predictivo para medir las áreas con presencia de restos arqueológicos (Warren & Asch 2000; Stancic y Veljanovski 2000; Jaroslaw y Hildebrandt-Radke 2009; Graves 2011). La regresión logística se utiliza para calcular la probabilidad de que un evento ocurra en un contexto o condiciones específicas. El modelo resultante establece la probabilidad de que uno o más predictores sean de interés para ser estudiados más detalladamente (Maindonald & Braun 2010). Como todos los métodos predictivos en estadística los valores de significación del resultado se presentan entre '0' y '1'. Siendo los valores menores aquellos con mayor significancia y los mayores con menor. Para esta investigación se siguió la aceptación convencional de que la hipótesis nula se rechaza con un valor superior al 5%, lo que significa que para que una variable tenga significancia su valor estadístico debe ser inferior a '0,05' (Shennan 1988).

Como señaló Kvamme (1988), los resultados generados a partir de los métodos predictivos no muestran un mapa del área donde se van a localizar los sitios arqueológicos. En cambio, se presentan como un mapa raster que muestra zonas con distintos valores de probabilidad de encontrar sitios arqueológicos, considerando las variables utilizadas para el estudio. Las variables utilizadas para realizar los cálculos estadísticos están compuestas por variables ambientales y sitios/características arqueológicas observadas o una representación teórica de elementos arqueológicos. En el caso de las variables ambientales están deben ser configuradas en mapas raster donde cada celda representa un valor determinado. En el caso de los sitios/características o elementos teóricos arqueológicos, estos se incluyen como 'puntos' o 'polígonos'. Ante este contexto, Woodman & Woodward (2002) criticaron que el resultado de un modelo calculado sobre la base de variables ambientales, podría incurrir en determinismos ambientales implícitos. Sin embargo, si el modelo no es utilizado para interpretar las intencionalidades de las culturas del pasado, sino que se utiliza como refuerzo en trabajos de campo o para diseñar alertas de riesgo de destrucción de patrimonio cultural, el determinismo no será realmente un problema. Recientemente, investigadores han tratado de mejorar los modelos predictivos en contextos donde el objetivo es utilizarlos con fines interpretativos. Para esto, Verhagen *et al.* (2010a) propusieron calcular los modelos sobre la base de informaciones culturales en vez de ambientales.

#### 3.3.4.1. Modelos Predictivos en Montecristi

Como se mencionó al inicio del capítulo, el área de estudio sobre la cual se calcularon los modelos predictivos fue la inicial de 7 km. Para la estimación de los modelos se utilizaron diversas características ambientales del área de estudio. Estas variables ambientales o *covariables* se dividieron en cuatro conjuntos que sumaron 24 covariables. De cada característica ambiental, se estimó un mapa de distancia o un mapa binario. El objetivo de los mapas de distancia fue evaluar si la proximidad/distancia a una variable ambiental determinada era significativa en la localización de sitios arqueológicos. Los valores en mapas de distancia fueron modificados de forma que cuando la distancia se expresa dentro de la poligonal de una covariable, sus valores son negativos, y cuando los valores están fuera de la variable son positivos. Esto permitió conocer la distancia de los sitios a cada covariable, y además si los sitios se encontraban dentro o fuera de la misma. Por otro lado, los mapas binarios fueron calculados para saber si la presencia/ausencia de sitios arqueológicos en una variable ambiental particular era significativa.

El primer conjunto con 10 variables fueron mapas de distancia derivados de diferentes características de la geología y la geomorfología, tales como: conglomerados oscuros, base de valles, calizas, conglomerados blancos, depósitos marinos lacustres, áreas montañosas, depósitos de playa, zona de colinas y plataformas, pantanos y aluvión. El segundo conjunto se basa en 7 mapas binarios derivados de la vegetación, el uso de la tierra y un Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada, e incluye variables como: arbustos, mangle, escasa vegetación, bosque seco, bosque, campos agrícolas y el IVDN. El tercer conjunto proviene de mapas de distancia derivados de ríos; arroyos y la costa. El último grupo, consistió en variables derivadas del Modelo de Elevación Digital tales como: pendiente; un mapa de aspecto; y dos mapas binarios de elevación, uno de elevación menor a 131 m y el otro mayor a esta altura<sup>14</sup>.

En total se calcularon tres modelos predictivos en tres momentos distintos de la investigación, todos con las mismas variables ambientales pero con cuantitativas de sitios distintas. El primero, en 2014 fue estimado sobre la base de 41 sitios arqueológicos y los otros dos realizados durante los trabajos de campo de 2015, se hicieron con 80 sitios pero considerando las variables ambientales de manera distinta. Un aspecto relevante para la construcción de modelos predictivos usando regresión logística es que los datos para construir el modelo incluyen las covariables, los sitios arqueológicos observados, y “sitios arqueológicos” no observados, es decir que es necesario incluir una serie de puntos aleatorios para permitir considerar relaciones estadísticas entre datos observados e hipotéticos. Esto podría implicar un problema para el modelo final, ya que al generar puntos aleatorios en cualquier programa de SIG, el resultado serán una serie de puntos que cada vez tendrán posiciones geográficas distintas. Por esto es recomendable calcular más de un modelo con la misma data de manera de tener una visión de la variabilidad del modelo. En el caso de esta investigación, se estimaron tres regresiones logísticas cada vez que se creó un modelo, es decir que en total se estimaron nueve modelos predictivos.

*El primer modelo*, se estimó sobre la base de los 41 sitios registrados hasta ese momento dentro de la poligonal de estudio. Como se mencionó, se calcularon tres regresiones logísticas para construir un modelo más preciso. Para los tres cálculos, seis variables ambientales resultaron con valores significativos con la distribución de sitios arqueológicos: cercanía a quebradas, cercanía a ríos, cercanía al bosque seco, lejanía a los fondos del valle, lejanía al aluvión, y cercanía a los depósitos lacustres marinos. Como se explicó anteriormente, ya que los valores de los mapas de distancia fueron modificados a negativos/positivos, esto permitió reforzar en el resultado estadístico que cuando un valor de significancia fuese negativo esto implica que la significancia se da por la *lejanía* de los sitios a una covariable determinada, y cuando el resultado tenía un valor absoluto, entonces la significancia se da por la *cercanía* hacia una covariable determinada. Esto es una técnica para comprender el resultado de la regresión logística más profundamente.

---

14 Los mapas correspondientes a estas variables ambientales estarán disponibles a través del repositorio Easy de KNAW/DANS a partir del 15 de marzo de 2018, y podrán ser accedidos a través de <https://doi.org/10.17026/dans-xyn-cu72>. Esta base de datos será referenciada de aquí en adelante como Herrera Malatesta (2018).



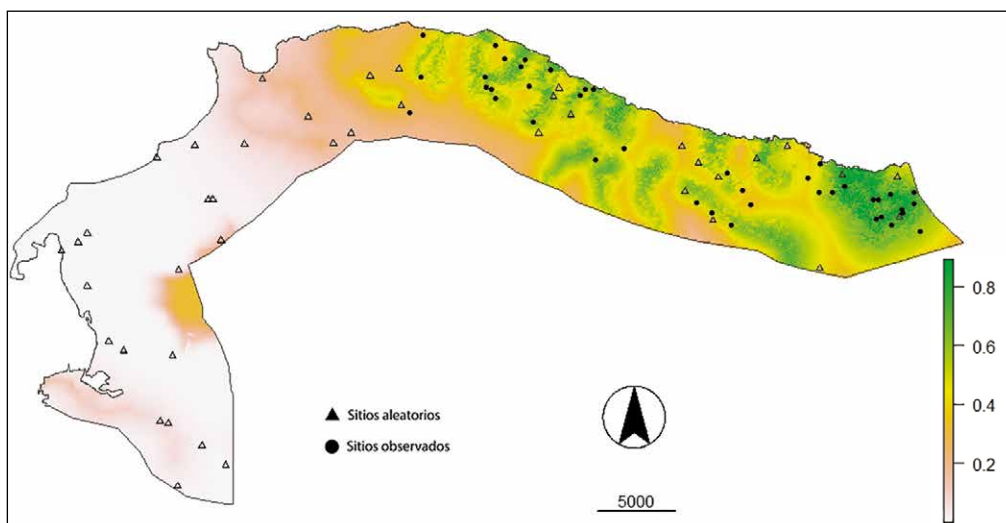


Figura 6. Mapa resultante del primer Modelo Predictivo realizado a la muestra de sitios registrados (n=41) en la costa de la provincia de Montecristi, Noroeste de la República Dominicana.

Los tres modelos resultantes se combinaron para generar una superficie predictiva final que muestra las áreas con altos valores de probabilidad para encontrar sitios arqueológicos (fig. 6). La superficie de predicción destacó que las áreas con valores predictivos mayores están el sector norte de la costa de Montecristi. Por otra parte, la zona occidental de la costa tuvo valores predictivos muy bajos, incluso menores a 20%. Una posibilidad de esto podría haber sido que la combinación de los sitios observados y los aleatorios creó una desigualdad que influyó en los valores debido a la forma irregular de la poligonal de investigación.

*El segundo modelo*, se calculó con 80 sitios arqueológicos y su resultado fue similar al modelo previo, pero con mejores valores para el sector Oeste de la poligonal de estudio. En este caso la regresión logística identificó siete variables significativas con la ampliada distribución de sitios: cercanía a las zonas montañosas, cercanía a la zona de colinas y plataformas, cercanía al bosque seco, presencia en las zonas agrícolas, cercanía a la costa, lejanía de los suelos conglomerados oscuros, cercanía a los depósitos lacustres marinos. A partir de los tres modelos estimados, la resultante superficie predictiva combinada nuevamente mostró un alto valor de probabilidad en la zona norte (fig. 7). Sin embargo, en esta oportunidad los valores del sector occidental fueron mayores, llegando incluso a 60% de probabilidad. Este nuevo modelo todavía parece estar inclinado a resaltar el sector norte y las variables geográficamente relacionadas con éste. Se consideró que una posibilidad podía ser la forma irregular de la poligonal en combinación con la topografía y el tipo de variables ambientales pudiera estar afectando el resultado. Por esta razón se decidió calcular un tercer modelo pero únicamente considerando las variables ambientales que estuvieran presentes a lo largo de toda la poligonal de estudio, o que tuvieran presencia en los sectores Norte y Oeste.

*El tercer modelo*, de esta manera se calculó con menos variables ambientales (n=11) y con la cuantitativa de 80 sitios arqueológicos. Después de calcular las tres regresiones logísticas, seis variables resultaron significativas con la distribución del

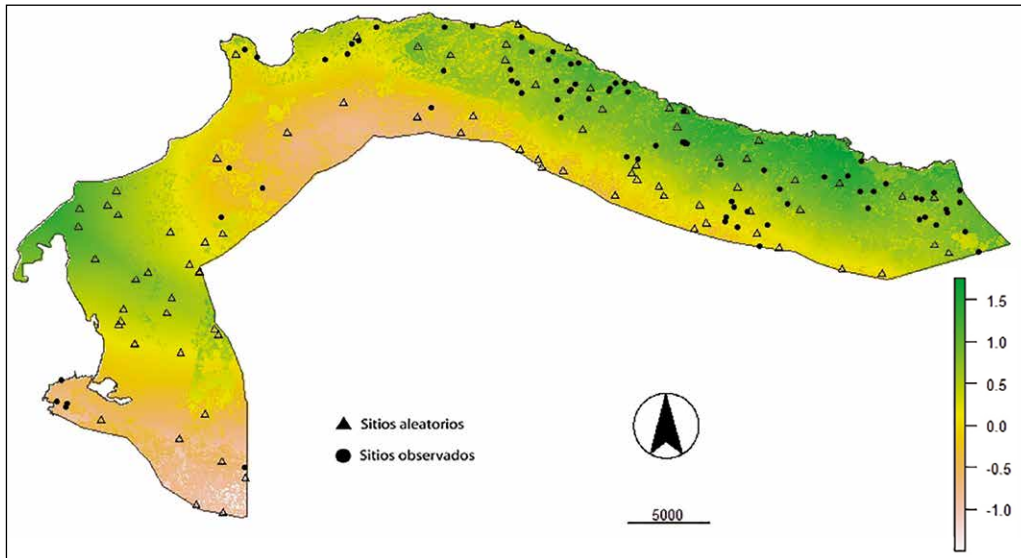


Figura 7. Mapa resultante del segundo Modelo Predictivo realizado a la muestra de sitios registrados ( $n=80$ ) en la costa de la provincia de Montecristi, Noroeste de la República Dominicana.

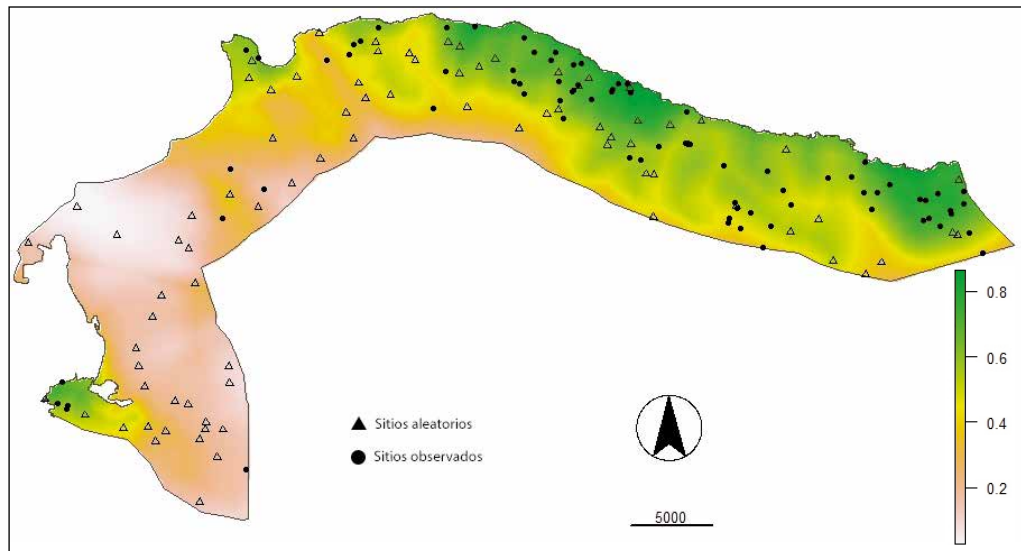


Figura 8. Mapa resultante del tercer Modelo Predictivo realizado a la muestra de sitios registrados ( $n=80$ ) y ciertas variables ambientales ( $n=11$ ) presentes en toda el área de la costa de la provincia de Montecristi, Noroeste de la República Dominicana.

sitio: cercanía a la costa, cercanía a quebradas, cercanía a los ríos, lejanía a fondos del valle, cercanía a la zona de colinas y plataformas, cercanía a los pantanos. La superficie combinada resultante fue similar al primer modelo, donde los valores más altos estaban en el Norte y los más bajos en el Oeste (fig. 8). Con este mapa, está claro que las diferencias topográficas y ambientales no son elementos que

| Método   | Cantidad de Sitios |
|--|--------------------|
| Prospección sistemática  | 3                  |
| Prospección oportunista en base a colaboradores                | 91                 |
| Prospección oportunista en base a experiencia del investigador | 5                  |
| Modelos predictivos  | 3                  |

*Tabla 1. Cuantitativa de sitios arqueológicos registrados con los distintos métodos de prospección el área de la costa de la provincia de Montecristi, Noroeste de la República Dominicana.*

afecten los resultados del modelo, y que en el sector occidental no hay ninguna combinación de variables que podrían producir valores de probabilidad alta para el registro de sitios.

El modelo que proporcionó valores predictivos que, aunque no necesariamente más precisos, proveyó mejores indicadores para la poligonal de estudio fue el segundo. Con estos resultados, los esfuerzos se orientaron en buscar personas que conocieran este sector y se recorrió el área utilizando los caminos del sector como transectas que fueron recorridas lo más sistemáticamente posible con un vehículo, considerando que es una zona de pantanos y salinas naturales y artificiales. Esta estrategia proporcionó en el registro de tres sitios arqueológicos en el sector occidental relacionados con la población precolombina que no habían sido reportados anteriormente y que eran desconocidos por los colaboradores.

En general, se puede considerar que los resultados de los tres modelos parecieran enfatizar que podría haber algún tipo de patrón espacial, probablemente relacionado con la distribución de sitios y la intencionalidades humanas en el uso del ambiente.

### 3.3.5. Comentarios

Los distintos métodos de prospección aplicados permitieron registrar conjuntos de datos espaciales, posteriormente definidos como sitios. En la tabla 1 se puede observar el resultado cuantitativo de la aplicación de cada uno de estos métodos. Sin lugar a dudas la prospección oportunista guiada por los colaboradores de las diversas comunidades de la provincia de Montecristi fue el método que proporcionó la mayor cantidad de sitios. En segundo lugar, el registro de sitios durante las prospecciones oportunistas basado en la experiencia del investigador y los patrones que se estaban registrando sumó cinco sitios no conocidos o registrados previamente. Finalmente, la prospección sistemática y los modelos predictivos añadieron tres sitios cada uno. Esta baja cantidad de sitios no es considerada como un fallo en el método, sino resultado de las condiciones particulares de los sectores donde se aplicaron. Sin lugar a dudas, la prospección sistemática en un sector de colinas con alta densidad de vegetación no es el contexto ideal para este método, y su aplicación tomó más tiempo del disponible con un resultado regular. En el caso de los modelos predictivos, el objetivo era apoyar las prospecciones en el sector Oeste de la poligonal de estudio, donde se habían registrado pocos sitios y no se encontraron personas que tuvieran conocimiento de zonas con presencia de cultura material pasada. Así que la baja densidad de sitios registrados en este sector puede estar más relacionada con la ausencia de sitios que con la calidad de los modelos.

### 3.4. MÉTODO PARA DESCRIPCIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LOS DATOS ESPACIALES

Como ya se expuso en el capítulo teórico, a pesar de ser el concepto de *sitio arqueológico* uno de los más comunes en la disciplina, es también uno de los más problemáticos. La gran mayoría de trabajos arqueológicos que no considera un concepto de los discutidos anteriormente, asume la definición común planteada por Deetz (1967), que define un sitio arqueológico como *la concentración espacial de evidencia material de la actividad humana*. Aunque esta definición es útil en términos prácticos, es demasiado ambigua en su conceptualización. Un problema esencial es ¿cómo se define “concentración espacial”? por la distancia en metros/centímetros entre los objetos. El concepto implica un conjunto de características espaciales que en realidad no provienen de una clasificación espacial de la cultura material. Como ya había observado Deetz (1967), la definición de término “sitio” se utiliza para agrupar una dispersión de materiales, independientemente de su tipo, localización, temporalidad, cantidad, etc. Esta definición ambigua ha llevado a la confusión de que “sitio” es un equivalente de “asentamiento”. Como se sabe de la vasta literatura arqueológica y etnográfica, un asentamiento puede referirse a una amplia variedad de actividades, usos y espacialidades. El objetivo aquí es tratar de evitar juntar en un solo “punto en el espacio” una gama de actividades humanas que constituyen la esencia de la interacción de las personas con su mundo. El concepto de “sitio” es relativo para cada contexto y preguntas de investigación, por lo cual es necesario realizar definiciones *explicitas* de la noción de sitio, y sobre todo considerar que los sitios así como cualquier otra evidencia arqueológica necesitan ser *clasificados*, o en el peor de los casos *identificados* en función de clasificaciones previas.

#### 3.4.1. Definición y Clasificación de Sitio Arqueológico

La descripción de los datos arqueológicos espaciales registrados durante los trabajos de campo de 2014 y 2015 está estrechamente relacionada con su clasificación. La razón se basa en que los objetivos y preguntas de la investigación están orientados hacia la comprensión del uso humano del ambiente para definir *taskscares*. Para esto se consideró que la definición de sitio debería ser sensible a representar tendencias sobre la relación con el ambiente, más que ser una equivalencia con el término de asentamiento. Esta decisión responde a la intención de basar los análisis en la estadística espacial, y por otro lado en superar las limitaciones cronológicas de la región. Entender en el uso humano del espacio a través de tendencias definidas arqueológicamente podría aportar una mejor idea sobre la distribución de sitios y materiales en contexto con el ambiente, que la idea de sitio/asentamiento.

De esta manera, el concepto de sitio es la unidad básica para la clasificación espacial de las evidencias que conducirán los análisis estadísticos. En esta investigación se está trabajando con dos definiciones de *sitio*: la primera, se refiere al *sitio definido durante los trabajos de campo*, que consistía en un número dado de grupos de cultura material (materiales agrupados, materiales dispersos y hallazgos aislados) definidos como un *conjunto de datos espaciales*, y que se encontraban en cercanía los unos de los otros por una distancia de 100 m o menos (fig. 9). Durante el trabajo de campo, se asignó un código diferente a cada uno de estos *conjuntos de datos espaciales* de la siguiente manera: “MC-1”, donde “MC” corresponde a Montecristi y el número creciente entre “1” y “n” se refiere a conjuntos distintos. La idea de utilizar un parámetro de distancia de

100 m se basó en las descripciones proporcionadas en investigaciones previas sobre la distribución de sitios arqueológicos en la región norte de la República Dominicana y Haití. En estos trabajos se puede observar que los sitios tienen una separación mínima entre ellos de 100 a 200 m entre ellos (Moore & Tremmel 1997; Koski-Karell 2002; De Ruiter 2012; Ulloa Hung 2014). Se decidió utilizar el valor mínimo de separación de manera de generar un modelo que proveyera de datos a una resolución y especificidad mayor, que representara de manera más adecuada la idea de tendencias. Los conjuntos de datos espaciales registrados fueron significativamente diferentes de un grupo a otro. Dentro de las diferencias más evidentes registradas durante los trabajos de campo se observó la densidad y diversidad en la cultura material, la presencia de montículos y la variabilidad de la densidad en la concentración de conchas marinas. Otra diferencia significativa entre los sitios fue el tamaño de la dispersión de cada conjunto material, que podía oscilar entre 1 y 20 metros cuadrados. Sin embargo, a pesar de estas diferencias lo que dio sentido de individualidad y función a cada *conjunto de datos espaciales* fue su relación con otros conjuntos cercanos y lejanos, los materiales recolectados y su ubicación en el terreno.

La segunda definición de *sitio se realizó en el laboratorio* y se fundamentó en análisis estadísticos. Después de recolectar y organizar los datos de campo, y con el intento de buscar una clasificación robusta de los datos arqueológicos, el primer paso para su clasificación fue rechazar la presencia de la *Aleatoriedad Espacial Completa*. Todos los procesos estadísticos espaciales comienzan con la suposición de que los patrones de puntos (sitios para este caso) se distribuyen en el espacio de manera estocástica (Conolly y Lake 2006; Illian et al. 2008); y a este patrón aleatorio se le denomina *Aleatoriedad Espacial Completa* (AEC). Los distintos métodos de la estadística espacial están configurados para demostrar la presencia/ausencia de la AEC en los datos analizados (Bevan et al., 2013). Cuando un patrón de puntos es definido por un proceso estocástico, se dice que tiene un proceso de *Poisson* que afecta la distribución. Esto significa que los eventos se producen de forma continua e independiente entre ellos (Illian et al. 2008). Para comprobar esto, se realizó el análisis de vecino más cercano de Clarke y Evans (Clarke & Evans 1954). Este método se utiliza para obtener valores cuantitativos de los patrones de puntos en el espacio (Ingram 1978). El resultado del análisis se presenta como valores  $> 1 \Rightarrow$  patrón regular, valores  $= 1 \Rightarrow$  patrón aleatorio, valores  $< 1 \Rightarrow$  patrón agrupado. Durante las actividades de campo se registraron un total de 673 conjuntos de datos espaciales (fig. 9). Este total incluye todos los grupos de hallazgos (agrupados, dispersos y hallazgos aislados) registrados y que fueron asociados a códigos diferentes. El resultado del vecino más cercano de Clarke & Evans para esta muestra fue  $= 0,08$ . Esto significó que los conjuntos de datos espaciales están distribuidos en un patrón agrupado y por lo tanto se rechazó la presencia de AEC.

Un segundo paso fue conocer las distancias de ocurrencia de los agrupamientos de estos datos en función del área de estudio, ya que el primer análisis expresa el resultado de manera global, y conocer la distribución local proporciona un mejor conocimiento del comportamiento de los datos. Para esto se calculó un histograma de vecino más cercano (HVC). Ésta es una técnica más robusta que el tradicional vecino más cercano de Clarke & Evans, y utiliza histogramas para mejorar los resultados de los algoritmos del vecino más cercano (Jin et al. 2004; Bevan n/d). Para validar el resultado del HVC se aplicó una prueba de simulación de Monte Carlo para dar significancia a las obser-

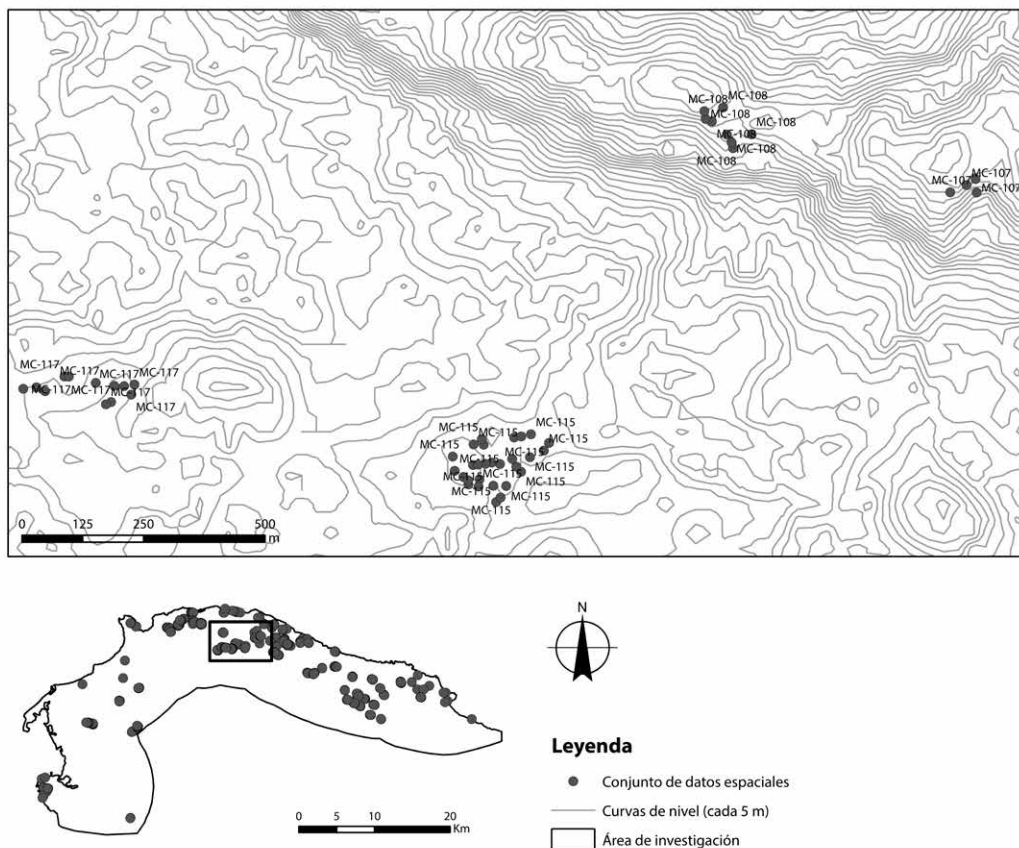


Figura 9. Ejemplo de la distribución de los conjunto de datos espaciales de la muestra registrada en el área de la costa de la provincia de Montecristi, Noroeste de la República Dominicana.

vaciones en función de los agrupamientos por distancias. Este método se muestra como una envoltura que separa los valores “esperados” de los datos observados y así permite contrastar el resultado (Bevan n/d). Para el análisis se utiliza una simulación de 999 conjuntos sobre la base de 100 puntos aleatorios ubicados dentro del área de estudio, y a través de un método percentil se definió una “envoltura de confianza” que engloba el 95% de los valores. Este sobre se presenta en el histograma como una línea roja sobre y debajo de las barras. En el resultado (fig. 10) se aprecia que los conjuntos de datos espaciales tienden a agruparse en distancias iguales o menores de 100 m. A medida que hay mayor distancia entre los puntos, el patrón agrupado disminuye considerablemente hasta pequeños grupos a menos de 1500 m. Este patrón es significativo cuando se consideran más de 40 conjuntos de datos espaciales en distancias menores a 100m. Los agrupamientos de puntos por encima de 100 m y con menor cantidad de conjuntos (ubicados por debajo de la envoltura) no son significativos en la distribución.

Sobre la base de este resultado se realizó un proceso de agregación/separación de los conjuntos de datos espaciales, lo que llevó a delimitar los sitios definitivos. Después de comprobar la codificación y las distancias de cada uno de los conjuntos de datos espaciales, algunos de ellos fueron separados en varios sitios, como fue el caso de: **MC-90** = MC-90/MC-122/MC-123/MC-124; **MC-57** = MC-57/MC-125 y **MC-27**

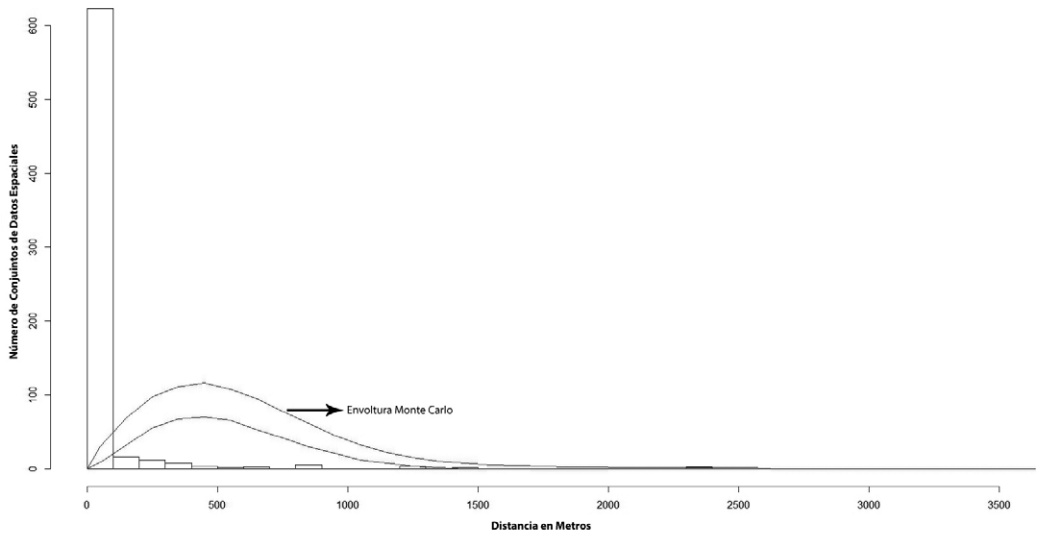


Figura 10. Histograma del Vecino más Cercano estimado para el conjunto de datos espaciales registrado en la costa de la provincia de Montecristi, Noroeste de la República Dominicana.

= MC-27/MC-128. Los conjuntos de datos espaciales que fueron agrupados fueron: MC-35/MC-55 = **MC-35**; MC-67/MC-69 = **MC-67**; MC-80/MC-99 = **MC-80**. El resultado cuantitativo de sitios definidos a partir de los registros realizados durante las campañas de campo de 2014 y 2015, fue un total de 102 sitios arqueológicos, a los que se le sumaron 13 sitios registrados por Ulloa Hung (2013) dentro de la provincia de Montecristi, para un total de 115 sitios arqueológicos. De éstos, 102 están dentro de la poligonal de investigación y fueron los seleccionados para los análisis presentados a continuación. Después de la definición de cada sitio, se calculó la poligonal del sitio basada en la distribución de evidencias de distintas índoles, así como un punto central (o centroide) fue generado a partir de esta poligonal de sitio con el fin de tener una coordenada estandarizada para cada uno, y así estandarizar las coordenadas para los análisis (fig. 11).

Después del proceso de agrupación/separación, se realizó un nuevo cálculo de Clarke & Evans para los sitios arqueológicos clasificados, con un resultado de 0,61. Como antes, esto rechaza la presencia de AEC y sugiere que la distribución de los sitios arqueológicos podría estar afectada por efectos de Segundo Orden. Es decir, que la distribución del patrón de puntos es el resultado de los efectos de interacción local entre los propios puntos, por lo que la existencia de un evento puede aumentar o disminuir la probabilidad de que otro evento ocurra (O'Sullivan & Unwin 2003).

Sobre la base de este proceso analítico se define sitio en esta investigación como: *la agrupación espacial de evidencias de cultura material, que pueden ser observadas en forma de agrupamientos, dispersiones y/o hallazgos aislados, que no tiene más de 100 m de separación entre sus evidencias*. El total de los 102 sitios arqueológicos se presenta en el apéndice 2 y en la figura 12. Adicionalmente, se propone esta definición como una herramienta metodológica para abordar el análisis espacial en casos de estudio regionales, donde además el esquema cronológico es limitado, y la búsqueda de tendencias aporte mayores explicaciones de la variabilidad y relaciones entre las distintas evidencias.

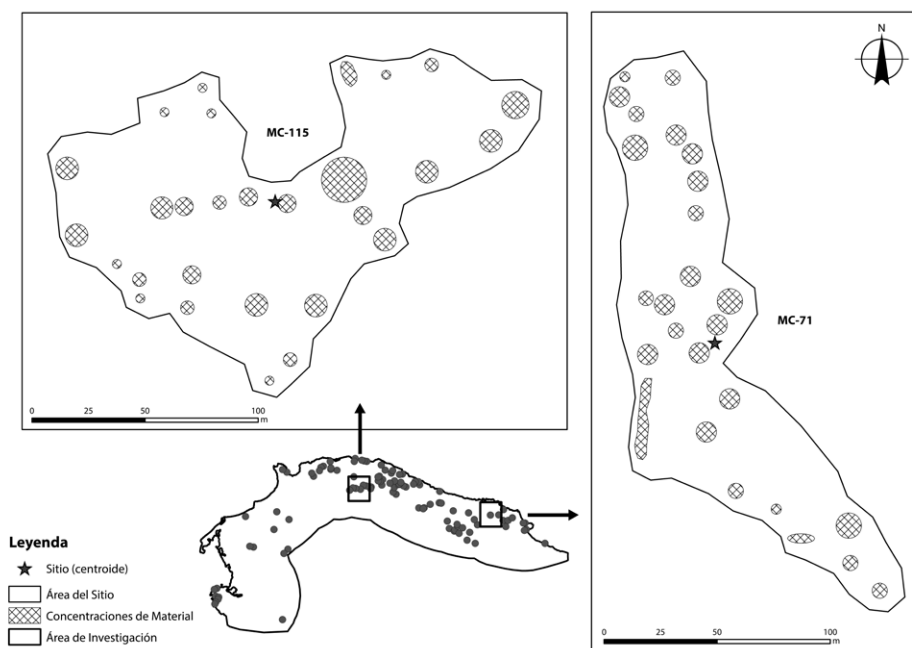


Figura 11. Agrupación de los conjuntos de datos espaciales y su conformación como sitios arqueológicos en la costa de la provincia de Montecristi, Noroeste de la República Dominicana.

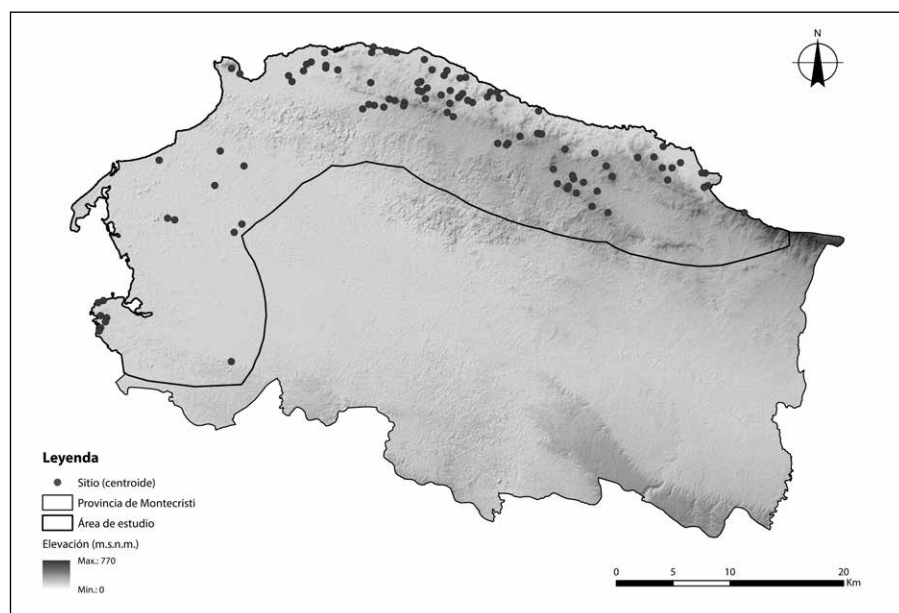


Figura 12. Distribución de Sitios Arqueológicos en la costa de la provincia de Montecristi, Noroeste de la República Dominicana.



### 3.5. MÉTODOS PARA LA DOCUMENTACIÓN Y PROCESAMIENTO DE EVIDENCIAS

En esta investigación se utilizaron evidencias provenientes de tres fuentes. En primer lugar, los datos arqueológicos primarios los cuales fueron recolectados durante tres campañas de campo con una duración total de 10 meses en la provincia de Montecristi. En segundo lugar, datos arqueológicos secundarios fueron obtenidos de publicaciones de: 1) las provincias de Puerto Plata y Montecristi (Krieger 1929; Ortega 2005; De Ruitier 2012; Ulloa Hung 2014); 2) referencias de la arqueología de la República Dominicana que trata contextos prehispánicos y de contacto similares (Veloz Maggoliolo 1973; Deagan y Cruxent 2002); y de 3) informes de la arqueología en el norte de Haití (Rouse 1939, 1941; Moore & Tremmel 1997; Koski-Karell 2002). En tercer lugar, sobre la base de diversas características ambientales obtenidas tanto de la literatura como de organizaciones dominicanas, se crearon una serie de variables ambientales para ser utilizadas en los distintos análisis. Finalmente, un segundo conjunto de datos secundarios se tomó de las crónicas y mapas coloniales tempranos. La mayor parte de estos datos fueron digitalizados, rectificadas, georreferenciadas, editadas e incluidos dentro del Sistema de Información Geográfica del área de estudio. Esto permitió realizar análisis espaciales, estadísticos, visualizaciones, así como presentación de los datos y sus resultados.

#### 3.5.1. Evidencias de Campo

Un aspecto clave y largamente debatido con respecto a las prospecciones regionales radica en las decisiones sobre qué materiales serán recolectados y/o registrados (Plog *et al.* 1978; Orton 2000; Baxter 2003). Considerando que uno de los objetivos de la investigación es entender la relación entre la distribución de sitios y las características ambientales, se decidió registrar las evidencias de campo de la manera más detallada posible. Para esto, sin importar el método de prospección que se estuviese aplicando, se recolectó y/o registró una muestra de materiales a través de tres categorías de aparición en el terreno, llamadas aquí *conjuntos de datos espaciales*. Éstos fueron: hallazgos aislados, materiales agrupados y materiales dispersos. Los hallazgos aislados consistieron en artefactos que no se encontraban en asociación directa con otros artefactos. Los materiales agrupados, se refieren a concentraciones horizontales de cultura material de distintos tipos claramente delimitadas. Los materiales dispersos se refieren a concentraciones de cultura material de diversos tipos, pero que su patrón no indicaba grupos concretos sino solo dispersión. Como se puede extrapolar, los materiales dispersos son la categoría más amplia pues dentro de esta se pueden registrar tanto materiales agrupados como hallazgos aislados. El objetivo de utilizar este sistema fue evitar la trampa de la “muestra de recolección” que puede conducir al “sesgo de selección y a la pérdida de información de procedencia” (Plog *et al.* 1978: 407). La recolección de materiales arqueológicos se dio en función de su significancia para la investigación. Así, se recolectaron exclusivamente materiales cerámicos decorados o de partes de la vasija importantes (borde, inflexión, base) y artefactos líticos, de concha y de coral completos o semi-completos. Otras evidencias de menor interés para la investigación o que no pudieron ser recolectadas por su tamaño fueron registradas digitalmente. Un ejemplo, es el caso de las conchas de moluscos marinos, las cuales fueron fotografiadas *in situ*. Para el registro de las evidencias materiales y digitales en campo se utilizó una ficha de registro que

proporcionó tanto un registro completo de las evidencias y al mismo tiempo era fácil y rápida de llenar. Esto porque los tiempos de registro de cada sitios variaban en función de los tiempos de los colaboradores u otras razones medio ambientales.

La ficha de campo se diseñó especialmente para el trabajo en Montecristi, y con el marco teórico y metodológico en mente. El objetivo fue registrar información sensible para responder las preguntas y objetivos de investigación, así como dejar un espacio para comentarios sobre referencias no consideradas. Al culminar los trabajos de campo se creó una base de datos con estas referencias en el programa Access 2010, así como diversas bases de datos específicas dentro del formato de Excel 2010 (Herrera Malatesta 2018). En cuanto al material digital, este fue contextualizado con el sitio definido de manera de crear carpetas digitales con las imágenes del sitio, de los trabajos y de los materiales arqueológicos que fueron fotografiados, y todo esto georreferenciado a través de las coordenadas correspondientes a cada categoría de registro (hallazgos aislados, materiales agrupados y materiales dispersos). Al utilizar este sistema todo el material arqueológico recolectado en el campo se registró de acuerdo a una localización geográfica bien definida, lo que permite un registro más detallado de la distribución y minimiza las posibilidades de pasar por alto evidencias en superficie. El principal objetivo al seguir este tipo de registro fue evitar una concepción implícita y subjetiva de *sitio*, ya que se tenía en mente el interés de definir los sitios como tendencias (ver más adelante el método utilizado, así como el capítulo teórico para conceptualización y capítulo descriptivo para la definición).

### 3.5.2. Edición y clasificación de los conjuntos de datos espaciales

El primer paso en el procesamiento y clasificación de los *conjuntos de datos espaciales* registrados durante el trabajo de campo fue eliminar las evidencias de patrones de cultura material que estuviesen fuera del área de investigación. Posteriormente, sobre la base de un histograma del Vecino más Cercano se determinaron las distancias a las que los conjuntos de datos espaciales estaban generando patrones agrupados y, en función de esto, se decidió utilizar una medida estándar para la definición de los sitios (ver capítulo descriptivo). Luego de la clasificación de los sitios, se utilizaron las coordenadas de cada conjunto de datos espaciales para crear una poligonal del sitio y de aquí obtener una idea de su posible tamaño. A cada una de las poligonales de los sitios se le calculó un centroide para así tener una coordenada geográfica estándar para cada uno de los sitios y definida de la misma manera. Luego de este proceso la coordenada del centroide pasó a ser la coordenada del sitio y la usada en los distintos análisis.

### 3.5.3. Datos Arqueológicos Previos

Como se observará en el capítulo contextual, las investigaciones arqueológicas en la costa de la provincia de Montecristi han sido limitadas. Las principales informaciones de la provincia provienen de la investigación del registro de sitios individuales (Krieger 1931; Boletín del Instituto Montecristeño de Antropología e Historia<sup>15</sup>; Lobetti comunicación personal 2014-2015), los cuales han sido incluidos en el Compendio de

---

15 En 1974 y 1976 se publicaron dos números de este boletín con diversos artículos sobre arqueología del Caribe y algunos sobre arqueología de Montecristi. Para más información ver la página web del Instituto Montecristeño de Antropología e Historia: <http://imah-rd.org/>.

Ortega (2005). Luego, las investigaciones de la Universidad de Leiden en las provincias de Montecristi, Puerto Plata y Valverde han proporcionado un registro de más de 300 sitios arqueológicos y sus contextos (Ulloa Hung y Herrera Malatesta 2015; Hofman *et al.* 2016; Hofman *et al.* en prensa).

Para esta investigación se revisitaron algunos de los sitios arqueológicos descritos previamente para la provincia (ver capítulo contextual) y se aplicó un nuevo registro según los estándares de la investigación. Algunos sitios registrados por Ulloa Hung (2014) y ubicados en el extremo Este de la poligonal de estudio, no fue posible revisitarlos. Sin embargo, el procedimiento para considerar estos sitios fue diferente al del resto de los sitios. En primer lugar, sus coordenadas fueron agregadas al SIG de la poligonal de estudio, para conocer su distribución espacial. Ya que algunos de estos sitios no tenían información sobre su tamaño, se consideró un estándar de 700 metros cuadrados. Esta medida se basó en el estándar mínimo de tamaño del sitio registrado por Ulloa Hung (2014). Aunque lo más probable es que los sitios fueran más grandes, este tamaño permitirá: 1) considerarlos para el análisis de superficies, 2) saber dónde se ubicarán en la escala de tamaños, por lo que si llegasen a generar “ruido” durante los análisis, serán fáciles de identificar.

#### 3.5.4. Evidencias Históricas y Cartográficas

La fuente principal de evidencias para los análisis e interpretaciones de este trabajo son las arqueológicas. Sin embargo, dada la carencia de cultura material europea del periodo colonial de interés para esta investigación (1492-1550), se decidió utilizar otro tipo de evidencias para realizar comparaciones con los patrones indígenas. En este sentido, se consideró que el uso de las primeras crónicas y mapas tempranos de la isla podrían aportar el tipo de informaciones necesarias para plantear una imagen general de los patrones de uso del espacio por parte de los primeros conquistadores.

En cuanto a las crónicas se utilizaron las descripciones provenientes del Diario de Colón (Arranz 2006), de la Relación de Fray Ramón Pané (Arrom 2001), y de los textos de Fray Bartolomé de Las Casas (1821[1552], 1822[1579], 1875[1552-1561]), de Gonzalo Fernández de Oviedo y Valdés (1851[1535]), y de Pedro Mártir de Anglería (1964 [1493-1525]), así como los trabajos de historiadores contemporáneos (Cassá 1974, 1995; Mira Caballos 1997; Moya Pons 1986, 2010<sup>a</sup>). Para el caso de los mapas, se tomó como base central del mapa de Andrés de Morales (Fratti 1929), y se combinó con otros mapas anteriores a 1550 que fue la fecha donde se decidió hacer el corte temporal en la investigación. El objetivo analítico tanto para las crónicas como para los mapas fue observar las referencias a las distribuciones espaciales de los primeros conquistadores y sus concordancias/discordancias a través de esos primeros años en crónicas y mapas. Las crónicas fueron leídas en detalle y los mapas fueron analizados visualmente, para posteriormente generar mapas donde se presentan los datos de interés para este trabajo. Las informaciones correspondientes a esta parte fueron explicadas en el capítulo contextual.

#### 3.6. MÉTODOS PARA LOS ANÁLISIS DE ESTADÍSTICA ESPACIAL

Las distintas evidencias consideradas para los análisis de la disertación fueron registradas, editadas y configuradas dentro de un contexto de Sistemas de Información Geográfica. Sin embargo, el análisis de estas evidencias se realizará a través de métodos provenientes

de la estadística espacial<sup>16</sup>. Esta rama de la estadística se dedica a estudiar “fenómenos cuya ubicación espacial es de interés intrínseco o contribuye directamente a un modelo estocástico para el fenómeno en cuestión (Diggle 2010: 3). En este sentido, la aplicación de análisis incluidos dentro de la estadística espacial es de gran valor para la investigación arqueológica ya que permiten estudiar y desarrollar modelos para interpretar los datos arqueológicos desde su valor más esencial, el espacio. En esta investigación, además, el enfoque está en entender las dinámicas de los grupos del pasado con respecto al uso que dieron al ambiente, y por ende la comprensión de las distribuciones de los sitios, la cultura material y su relación con variables ambientales es esencial.

Los análisis que serán presentados más adelante se pueden dividir en tres grupos principales: 1) análisis de reducción, los cuales serán estimados para entender el comportamiento de las variables culturales y ambientales entre ellas mismas. Para estos análisis se aplicaron los métodos de *Análisis de Componentes Principales* (ACP) y *Análisis de Correspondencias Múltiples* (ACM) y los análisis de regresión, los cuales fueron realizados para entender la relación *global* entre la distribución de los sitios arqueológicos y las variables ambientales, y evaluar el impacto de estas últimas sobre la distribución de sitios. Para este grupo de análisis se aplicaron los métodos de *Regresión Logística*, *Modelo de Proceso de Puntos*, *Función de Correlación de Pares* y *Simulación de Monte Carlo*. Finalmente, se quiso conocer las relaciones *locales* entre la distribución de sitios y las variables ambientales de manera de profundizar las interpretaciones sobre la influencia del ambiente en la distribución de sitios arqueológicos. Para este punto se aplicó el método de la *Regresión Geográficamente Ponderada* (RGP). A continuación se explicarán estos métodos en el orden expuesto, que es el mismo presentado en los análisis.

### 3.6.1. Análisis de Componentes Principales (ACP)

El ACP ha sido ampliamente utilizado en diversas disciplinas (agricultura, arqueología, biología, química, climatología, demografía, ecología, economía, genética, geografía, geología, meteorología, oceanografía y psicología) ya que su ejecución es no-paramétrico de simple aplicación para extraer información relevante para bases de datos amplias y particularmente para aquellas donde se quiera encontrar una estructura interna (Demšar *et al.* 2012: 107; Shlens 2014: 1).

Este tipo de análisis tiene como objetivo fundamental reducir la dimensionalidad en una base de datos compuesta por una serie de variables interrelacionadas, mientras que mantiene la variabilidad interna de la propia base de datos. En el proceso de transformación de las variables, este método crea un nuevo grupo de variables llamados componentes principales, que aunque no tienen relación entre ellos, cada uno da cuenta de la variabilidad total de los datos, siendo los primeros los que poseen el porcentaje mayor de explicación de la variabilidad original (Jolliffe 2002: 1; Drennan 2009: 299; Abdi y Williams 2010: 433). En este sentido, el primer componente principal  $k$  contiene la mejor visión dimensional de la data, lo que implica que se aproxima mejor a la variabilidad original de los datos, y por lo tanto los primeros componentes principales son los más útiles para conocer la estructura de la relación entre los datos (Venables y Ripley 2002: 303).

---

16 Los distintos análisis estadísticos fueron realizados dentro del ambiente de R 3.3.2 utilizando la amplia gama de aplicaciones que este programa ofrece (Bivand *et al.* 2008).

El análisis de componentes principales es comúnmente confundido con el análisis de factores ya que sus resultados e interpretaciones son presentados de la misma manera. Aunque tienen sus diferencias a nivel práctico, sus similitudes son mayores (Shennan 1988: 245; Drennan 2009: 299). La diferencia general, particularmente para aproximaciones, como lo explica Drennan, de “sentido común” es que la base lógica del ACP “es que un conjunto de variables que muestran fuertes correlaciones entre sí están respondiendo al mismo aspecto subyacente y que estas variables podrían, en algún sentido, ser reemplazadas en el conjunto de datos por una sola variable con poco daño al patrón global de relaciones entre casos o variables que caracteriza el conjunto de datos original.” (Drennan 2009: 300, *traducción del autor*).

En el caso particular de esta investigación el problema a considerar es conocer cuáles son las variables ambientales que dan cuenta de la estructura y variabilidad de la base de datos ambiental considerada para el área de investigación. La base de datos a ser considerada para este análisis cuenta con 31 variables (tabla 5), lo que significa un número muy grande para ser considerado en grupo. Por esta razón, con este método de reducción se espera conocer cuáles variables dan cuenta de la variabilidad y estructura interna, para así considerar grupos menores pero que mantengan el poder explicativo de la base de datos. El resultado del ACP se presenta de manera geométrica, mostrando cada variable como un vector de igual tamaño y con un origen común. En este sentido, el gráfico que se produce con este método muestra las relaciones entre las variables de la

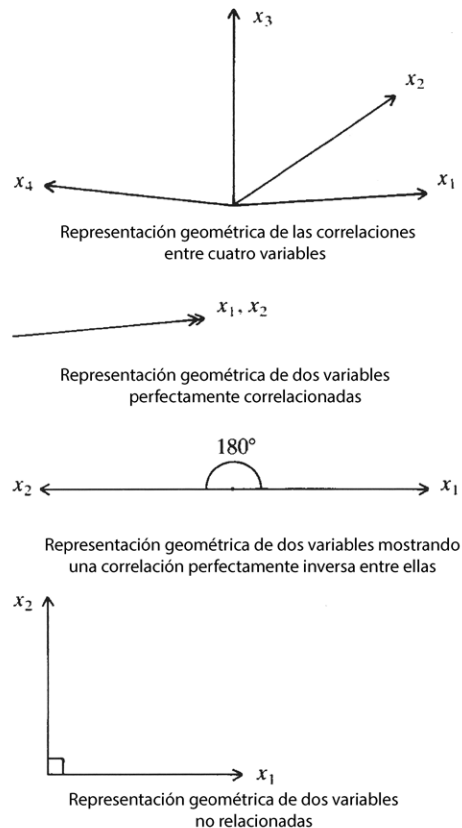


Figura 13. Representación Geométrica para la lectura de los resultados del Análisis de Componentes Principales (ACP) (Modificado de Shennan 1988: 247).

base de datos en términos de la distancia angular entre ellas (fig. 13). En la figura 13 se observa primero la distribución de un grupo de variables, luego dos variables perfectamente correlacionadas, luego dos con correlación perfectamente inversa, y por último, dos variables sin ningún tipo de relación.

En conclusión, el Análisis de Componentes Principales permite: 1) conocer la relación entre las variables de una base de datos, 2) proporciona información sobre la relación, 3) permite conocer la estructura de la base de datos, 4) ayuda a entender cuáles son las variables que mejor explican la variación en la base de datos y cuáles son sus tendencias, y 5) reduce la cantidad de variables necesarias para explicar la estructura y variación de los datos (Shennan 1988: 261; Abdi y Williams 2010: 434).

### 3.6.2. Análisis de Correspondencias Múltiples (ACM)

Dadas las características de la recolección de datos en las ciencias sociales, las bases de datos son generalmente estructuradas de manera categórica (Nenadić y Greenacre 2005: 1; Abdi y Valentin 2007: 2). Ejemplos clásicos se encuentran en las bases de datos resultantes de entrevistas donde los datos recolectados son clasificados en categorías (Mori *et al.* 2016: 21). En esta investigación los datos sobre la distribución de la cultura material fueron primero recolectados en función de características diagnósticas durante los trabajos de campo, y luego procesados en función de sus presencias y ausencias para los análisis. Para configurar las evidencias de cultura material para los análisis se creó una base de datos binaria (1/0 = presencia/ausencia), la cual fue analizada utilizando el Análisis de Correspondencias Múltiples (ACM). El ACM es muy similar al ACP, con la diferencia esencial de que el primero trata con variables categóricas, mientras el segundo con variables continuas (Abdi y Valentin 2007: 1).

Otra diferencia del ACM es el formato de los resultados, mientras que para el ACP los resultados se presentan como vectores sobre un mismo eje, el resultado del ACM se presenta como una nube de puntos sobre un eje de coordenadas compuesto por las dimensiones principales que explican con mayor porcentaje la variabilidad y estructura de la base de datos. Este resultado se presenta en “mapas” o “biplots” (fig. 14) donde las variables son interpretadas en función de su proximidad con el resto de la nube de puntos (Abdi y Valentin 2007: 8). Este tipo de gráficos es denominado Matriz de Burt y se refiere al resultado gráfico de una estructura que combina todas “las tablas resultantes de cruzar todas las variables de interés de dos a dos (...) para los datos del ejemplo que estamos considerando” (Greenacre 2008: 189). Con el gráfico generado a partir de la Matriz de Burt, el objetivo es observar las asociaciones entre dos o más variables, y luego de haber definido los grupos significativos, conocer cuánto de la variabilidad interna explican (Greenacre 2006: 41). Este análisis fue aplicado a la base de datos total de la cultura material y luego a cada tipo de cultura material por separado para determinar los artefactos y sus combinaciones que pueden dar cuenta de la estructura interna y variabilidad en la distribución de la cultura material en el área de estudio.

### 3.6.3. Regresión Logística Lineal Múltiple

Los análisis de regresión son los métodos estadísticos con mayor popularidad en la arqueología (Woodman & Woodward 2002). Consisten en análisis que modelan la relación entre una variable dependiente y una o más independientes, llamadas en estadísti-

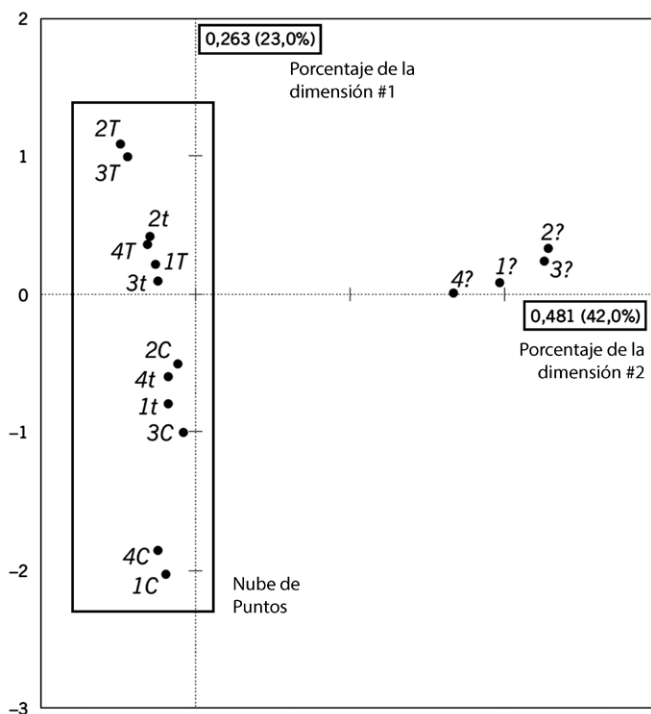


Figura 14.  
Representación  
Geométrica para la  
lectura de los resul-  
tados del Análisis de  
Correspondencias  
Múltiples (ACM)  
(Modificado de  
Greenacre 2008: 190).

ca covariables. De todas las técnicas de análisis de regresión (densidad de transferencia, regresión de densidad, regresión de significación, regresión lineal, análisis de función discriminante y *Trend-surface*), la *Regresión Logística Lineal Múltiple* es la que ha tenido mayor aplicación en la disciplina (Kvamme 1988; Warren 1990b; Kamermans 2008; Verhagen y Whitney 2011). La regresión logística lineal múltiple, comúnmente conocida como *regresión logística*, es un método estadístico empleado para calcular la probabilidad de que un evento ocurra en un contexto o condiciones específicas. El modelo de resultados establece la probabilidad de que uno o más predictores sean interesantes para ser estudiados a profundidad (Maindonald & Braun 2010). Como todos los métodos predictivos en estadística los valores el resultado se presente de manera numérica en un rango entre “0” y “1”. Donde cuanto menor sea el valor, mayor será la significancia y por ende se podrá rechazar la hipótesis nula. En estadística existen diversos rangos para rechazar la hipótesis nula, es decir, la hipótesis de no significancia, dependiendo de la estructura de los datos. Los rangos comunes son 99% (0,01), 95% (0,05) y 90% (0,1). En esta investigación se siguió la aceptación convencional para las investigaciones arqueológicas donde la hipótesis nula es rechazada con un valor superior al 5%, es decir 95% de intervalo de confianza (Shennan 1988). Esto significa que para que una variable tenga significancia estadística el resultado debe ser inferior a 0,05. En arqueología, la regresión logística se ha utilizado principalmente como una etapa previa a la estimación de modelos predictivos (Kvamme 1988; Woodman y Woodward 2002), que es un método para predecir las áreas de alta probabilidad, donde pueden estar presentes sitios o rasgos arqueológicos (Kvamme 1988, 1995; Warren 1990; Wescott 2000; Wheatley & Gillings 2002; Conolly & Lake 2006; Verhagen y Whitley 2011).

En esta investigación se utilizó la regresión logística con dos fines distintos. En primer lugar, para calcular los modelos predictivos, explicados anteriormente, que fueron utilizados para asistir las actividades de campo y el registro de sitios arqueológicos. En segundo lugar, para los análisis como fundamento de la estimación de los modelos de procesos de puntos a ser explicados en la siguiente sección.

### 3.6.4. Modelo de Proceso de Puntos

Este método ha sido ampliamente utilizado en disciplinas como silvicultura, ecología vegetal, epidemiología, geografía, sismología, ciencia de los materiales, astronomía y economía (Waller 2010), sin embargo, en arqueología ha sido poco desarrollado (por ejemplo ver: Bevan y Wilson 2013). El modelo de procesos de puntos es un método utilizado en teoría probabilística y es una poderosa herramienta para desarrollar análisis estadísticos y modelos para el análisis de datos espaciales (Illian et al. 2008; Isham 2010). Dado que los modelos de procesos de puntos son modelos estocásticos de patrones de puntos irregulares (Van Lieshout 2010), el objetivo es establecer cuáles son los procesos subyacentes que afectan la distribución (Illian et al. 2008). En estadística, cuando un proceso tiene la misma distribución en el área de estudio, se le considera como un proceso *estacionario*. La situación opuesta generará un proceso *no-estacionario* en el que los puntos observados en el área tienden a encontrarse distribuidos de manera específica y particular (Bevan n/d). Las estadísticas de procesos de puntos se dedican a analizar la estructura geométrica de los puntos distribuidos aleatoriamente sobre el espacio (Illian et al. 2008). Este método estadístico está fuertemente relacionado con diferentes tipos de correlación en los patrones de datos, y usualmente estas correlaciones se expresan de manera espacial, por lo que los modelos de proceso de puntos se enfocan en la detección de estas correlaciones. Aunque este método cuenta con una lista larga de aspectos a desarrollar, en esta investigación el análisis se centrará en la estimación de una *superficie de intensidad* (Illian et al. 2008). La superficie de intensidad es un mapa raster donde los resultados de la relación entre la distribución de sitios arqueológicos y las covariables tienen valores significativos sobre la densidad de la interacción. Este tipo de resultado busca la comprensión de las relaciones subyacentes entre las variables ambientales y los patrones de distribución de sitios arqueológicos.

Para validar los resultados del modelo de procesos de puntos, se consideró aplicar un método de la estadística espacial para evaluar los efectos de segundo orden en los patrones de puntos. Para esto se utilizó una *Función de Correlación de Pares* (FCP) con el fin de evaluar si el resultado del modelo de procesos de puntos se veía afectado por efectos de segundo orden (Illian et al. 2008, Bevan n/d). Los efectos de segundo orden se refieren a aquellas influencias dadas por la propia distribución de los sitios arqueológicos; es decir, cuando los factores que podrían estar afectando la distribución tienen que ver con la propia distribución y no con las variables ambientales. Este análisis servirá para determinar si la distribución de sitios arqueológicos en el área de estudio responde a la influencia de variables ambientales o a la presencia del propio conjunto de sitios. Este método mide la intensidad de puntos en anillos en torno a cada punto. Esto significa que el resultado consiste en un valor  $g(r)$  de la variación de la densidad de los sitios a lo largo del área de estudio. El objetivo de estos análisis es observar la interacción de corto alcance entre los puntos, lo que podría ayudar a explicar la distribución espacial de los sitios arqueológicos.



Un último paso para validar los resultados del modelo de procesos de puntos al estimar la función de correlación de pares fue considerar una *Simulación de Monte Carlo*. Esta técnica estadística se utiliza para reducir la incertidumbre característica en muestras aleatorias, considerando muestras aleatorias repetidas en generalmente 999 interacciones de los datos (Conolly y Lake 2006: 303). El método genera una simulación de la distribución y valida los datos observados en función de su significancia. Existen ejemplos recientes de su uso en investigaciones arqueológicas enfocadas en Sistemas de Información Geográfica (SIG) para análisis de visibilidad (Lake y Woodman 2000) y patrones espacio-temporales (Crema *et al.* 2010; Hinojosa Balino 2011; Bevan *et al.*, 2013).

### 3.6.5. Regresión Geográficamente Ponderada

Como se mencionó anteriormente, los análisis de regresión consideran una amplia gama de métodos para modelar las relaciones entre variables dependientes, también llamadas variables “y”, y las independientes, también conocidas como variables “x”, “variables predictivas” o “covariables” (Charlton y Fotheringham 2009: 1). En el caso de esta investigación, se consideró como variable dependiente a la distribución de sitios arqueológicos y las variables ambientales como independientes. Aunque ya se ha destacado el riesgo de caer en un determinismo ambiental al considerar esta configuración (Woodman y Woodward 2002). En este trabajo se han aplicado métodos posteriores al análisis de regresión (función de correlación de pares, por ejemplo) para confirmar la relación entre las variables y considerar explicaciones alternativas. Por otro lado, el hecho de que una determinada distribución de sitios arqueológicos tenga una relación significativa con una o más variables ambientales, no necesariamente implica que los individuos en el pasado respondían pasivamente ante el ambiente, en cambio, implica que los grupos del pasado escogieron asentarse en determinados puntos del terreno como parte de su relación y construcción del paisaje.

Ahora bien, los análisis de regresión sufren de un problema básico, y es que el resultado de la regresión está basado en un cálculo que considera los datos de manera *global*, es decir, que los datos son tomados como si no existiera variación en su distribución espacial (Fotheringham *et al.* 2002: 1). Para ciertos conjuntos de datos esto realmente no implica un problema, pero para conjuntos de datos arqueológicos donde, de hecho, se espera que exista variación espacial es importante tomar en consideración otras alternativas de manera de complementar los resultados. Por esta razón se decidió

| <b>Global</b>                                    | <b>Local</b>                                       |
|--|--|
| Resume los datos de toda la región               | Desagregación local de estadísticas globales       |
| Estadísticas de un solo valor                    | Estadística multi-valorada                         |
| No apta para ser mapeada                         | Apta para ser mapeada                              |
| No ideal para Sistemas de Información Geográfica | Ideal para Sistemas de Información Geográfica      |
| Sin contenido espacial o espacialmente limitada  | Espacial   |
| Enfatiza las similitudes en el espacio           | Enfatiza las diferencias a lo largo del espacio    |
| Buscar regularidades o ‘leyes’                   | Buscar excepciones o ‘hot-spots’ locales           |
| Ejemplo: Regresión Clásica                       | Ejemplo: Regresión Geográficamente Ponderada (RGP) |

Tabla 2. Diferencias entre la estadística global y local (traducida y modificada de Fotheringham *et al.* 2002: 6).

aplicar el método de la regresión geográficamente ponderada, que es un método que permite explorar la heterogeneidad espacial en un conjunto de datos, es decir, que considera el cálculo de las variables de manera *local* (Fotheringham *et al.* 2002; Bivand *et al.* 2008). Básicamente la RGP se refiere a un método que “no busca las variaciones locales en el espacio de los “datos”, sino que va moviendo una ventana ponderada sobre los datos, estimando un conjunto de valores de coeficiente en cada punto de ‘ajuste’ elegido.” (Bivand *et al.* 2008: 306, traducción del autor). Estos puntos de ajustes elegidos se refieren a los puntos donde las observaciones han sido realizadas, en este caso, a los sitios arqueológicos.

En la tabla 2 se presentan las diferencias entre la estadística *global* y *local* tal como han sido destacadas por Fotheringham *et al.* (2002: 6) en su explicación del método de la RGP. Como se aprecia en la tabla 1, este método posee un alto valor para los análisis arqueológicos ya que permite conocer la variación geográfica en la fuerza de la relación entre la distribución de sitios arqueológicos y las variables ambientales, así como su significancia, es además apto para ser presentado de manera visual en gráficos y mapas.