

## LA ESCALA DE MUESTREO, UN ELEMENTO CLAVE EN LOS INVENTARIOS

Jean-Michel Maes

Museo Entomológico, León, Nicaragua  
jmmaes@ibw.com.ni

**Resumen:** Las estrategias de muestreo son muy costosas, tanto en trabajo de campo como en logística para llegar a los diferentes puntos de muestreo. A partir de una reflexión pragmática, se llega a una propuesta de muestreo de áreas extensas que permite racionalizar la cantidad de puntos de muestreo sin perder información.

**Abstract:** The sampling campaign are very expensive in field work and in the financial effort to reach the sampling points. A pragmatical reflexion reach to a proposal for the sampling of big geographical areas, with less sampling points but keeping all the information validity.

### Introducción

Esta nota no pretende ser un trabajo científico, sino más bien una reflexión pragmática sobre la escala de muestreo. Tomaré el caso de Nicaragua por ser un país que conozco bien y por ser un país relativamente pequeño, que se presta mejor a este tipo de análisis.

Esta idea fue generada por varios factores en los últimos años, en Nicaragua. Un primer factor fue la reflexión entorno de un análisis GAP para la reserva de la Biosfera BOSAWAS, en el noreste de Nicaragua, donde se pretendía muestrear los factores de riesgos para la reserva en toda el área de amortiguamiento. Un segundo factor, siempre en la Reserva, fue un análisis sobre los mejores sitios para establecimiento de estaciones biológicas para investigación. Un tercer factor fueron discusiones sobre el uso de estrategias oportunistas o un sistema ordenado de muestreo con cuadrillos UTM, con mi colega el Dr. Mijail Pérez, del Departamento de Malacología de la Universidad Centramericana en Managua.

### Escala de muestreo

De manera evidente, la escala de muestreo, así como el muestreo en sí, dependerá de lo que se quiere muestrear y de las razones por las cuales se quiere realizar este muestreo. En el caso que nos interesa, los muestreos tienen como objetivo el inventario de la fauna de Nicaragua.

En tiempos antiguos, el saber de qué país provenían las muestras, era un grado suficiente de precisión; 'Nicaragua' podía ser considerado, visto desde Europa, como un grado acertado de precisión (fig. 1). De hecho, la mayoría de insectos contenidos en colecciones históricas nada más mencionan el país, que aún puede considerarse relativamente preciso en caso de Nicaragua pero que resulta más nebuloso en casos como "Brasil" o "Indias Occidentales". Esto no es admisible actualmente, lo que nos demuestra la evolución de la ciencia y la búsqueda de un mejor y mayor conocimiento.

Los científicos trataron de ubicar los sitios de muestreo sobre los mapas, cada vez más finamente. Del país pasaron a las regiones, los departamentos o provincias, luego a las ciudades más cercanas y actualmente se utilizan cuando es posible las coordenadas geográficas.

### Distribución de una especie

El siguiente paso consistió en sustituir los puntos sobre el mapa por un intento de definición o extrapolación de la distribución de una especie a partir de los puntos conocidos.

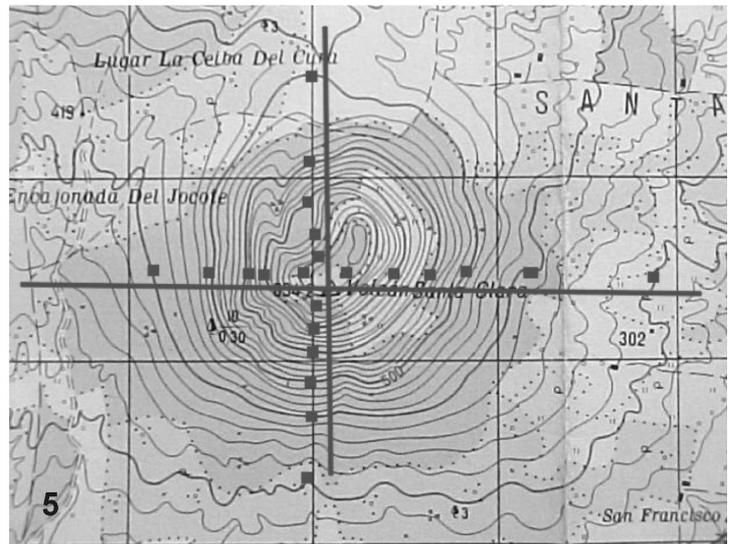
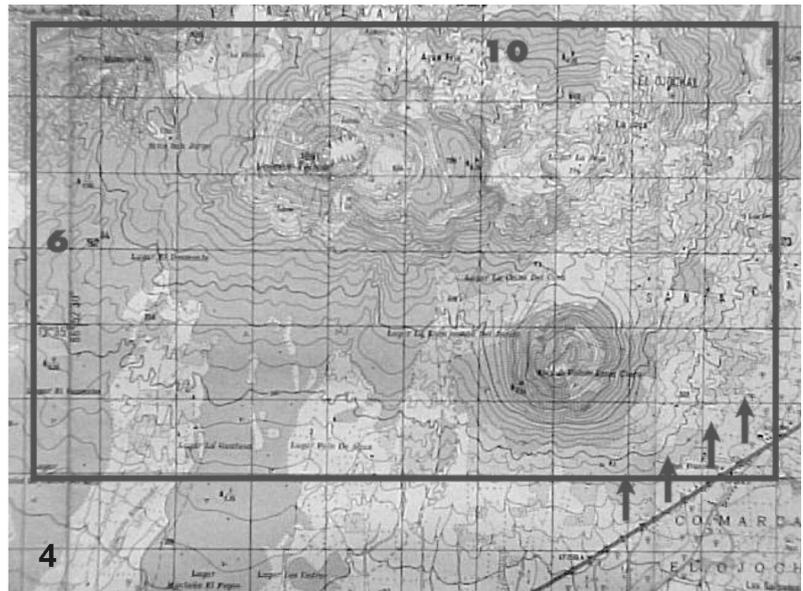
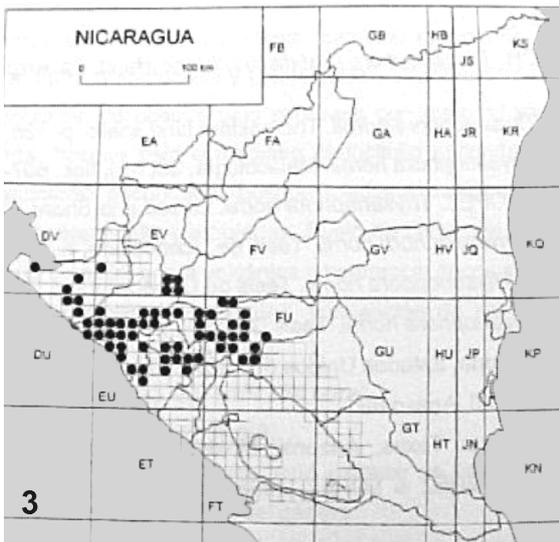
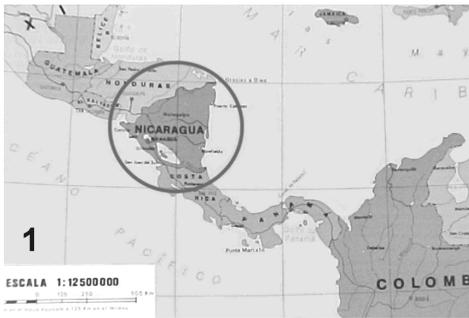
¿Qué influye sobre la distribución de una especie? O, más bien, ¿qué elementos, que podamos ubicar sobre el mapa, tienen influencia en la distribución actual de una especie? Lógicamente, podemos citar el subsuelo, las precipitaciones, las temperaturas, el clima, la hidrografía, la orografía y otros elementos abióticos. La característica común de estos elementos es que dividen el mapa en áreas relativamente grandes o regiones. Si queremos definir la distribución de una especie en función de uno de estos elementos la escala no deberá ser tan precisa. Si en la posición opuesta, pero más realista, queremos definir la distribución de una especie en función del conjunto de criterios, el grado de precisión deberá ser mucho mayor.

Los factores que tienen variación con rango menor de distancia son principalmente la hidrografía y la orografía.

### Biodiversidad

Moda nueva: requerimientos nuevos. El auge de la preocupación de la sociedad por la Biodiversidad (y su conservación) da más fuerza a un corriente ya existente de estudio de poblaciones vegetales o animales. El hecho de conocer la distribución de cada especie como conocimiento académico ya no es suficiente; se requiere analizar las distribuciones de conjuntos de especies, tratar de evaluar la riqueza de un sitio, de una región, o la diferencia de riqueza entre sitios o regiones.

En el caso concreto de los sistemas nacionales de áreas protegidas, es de suma importancia poder definir cuales son las provincias biogeográficas presentes en el país, para poder evaluar si todas están contempladas en el sistema de protección, a fin de evitar la pérdida de una categoría entera de ecosistemas. De igual manera, es muy importante saber donde se concentra la mayor Biodiversidad del país, o si no se concentra, para definir la estrategia de áreas protegidas. Lo esencial, después de preservar la diversidad de especies, es preservar la diversidad de ecosistemas.



## Sistema UTM

En los años 60-70, se populariza el sistema UTM, principalmente en Europa. La proyección UTM (Universal Transverse Mercator), es una proyección cilíndrica transverse conforme, del tipo Gauss-Kruger, restringida a husos de seis grados de amplitud, de modo que la Tierra queda dividida en 60 husos iguales que se numeran del 1 al 60. Se numeran de Oeste a Este a partir del meridiano 180 grados. Cada huso se divide en 20 zonas de ocho grados de latitud, designadas por letras de C a X (con excepción de O e I que pueden prestarse a confusión), empezando por el paralelo 80 grados Sur y terminando en 80 grados Norte. Se divide de esta manera el mundo en 1.200 cuadrillos. Las regiones polares se completan por dos sistemas estereográficos.

Nicaragua queda incluida en dos cuadros UTM, las zonas 16 y 17 P (ver figura 2). Cada cuadrillo se divide a su vez en cuadrillos más pequeños, con un sistema de numeración que permite, si se requiere, dividir el planeta en cuadrillos de tan solo un metro de lado. Es importante recordar que las coordenadas UTM no indican un punto sino un cuadrillo; según la cantidad de cifras tomadas en cuenta, el tamaño del cuadrillo varía. El uso de

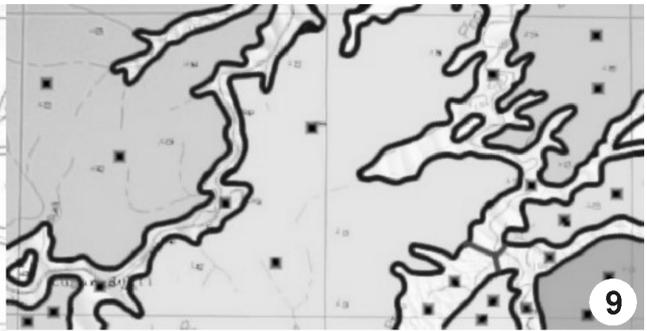
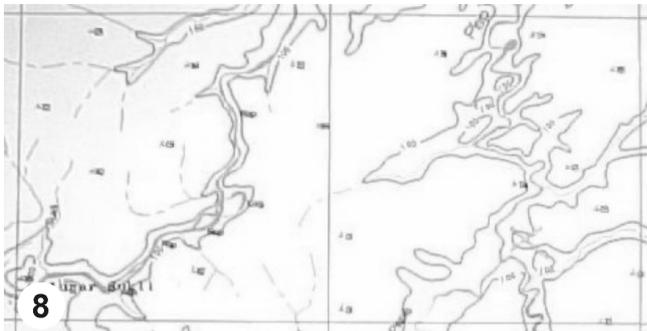
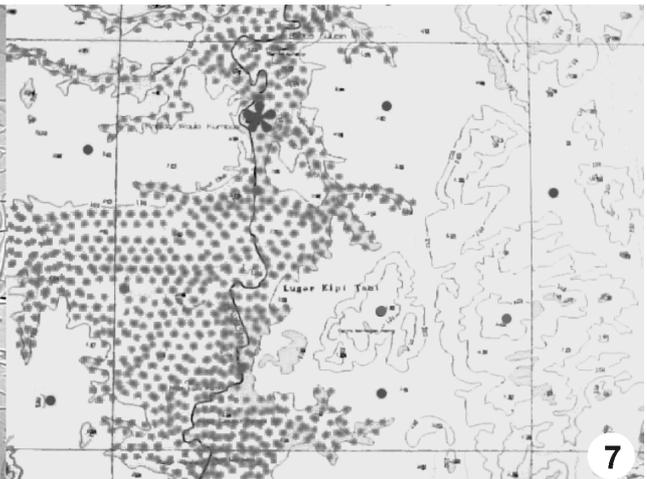
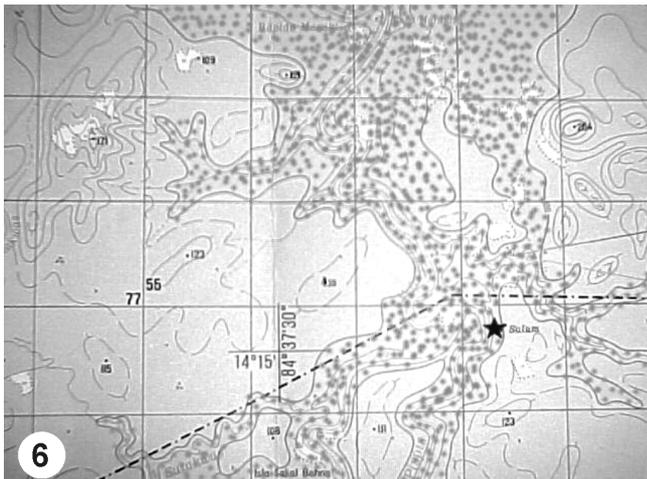
los posicionadores (GPS) hace la localización de los sitios de muestreo más fácil para cualquier investigador.

Las ventajas del sistema UTM son principalmente la posibilidad de entrar los datos en sistemas "matemáticos" que pueden ser analizados y una mejor objetividad del análisis de los datos. En la figura 3 se puede ver un ejemplo de distribución de una especie en base a cuadrillos UTM.

## Escala y estrategia de muestreo

Para definir una estrategia de muestreo con coordenadas UTM, lo más cartesiano es dividir el área por muestrear en cuadrillos y luego tomar una muestra de cada cuadrillo.

El primer problema reside en la dimensión de los cuadrillos. Podrían ser de un kilómetro de lado, o de 10 kilómetros de lado. De manera lógica, un muestreo será cien veces más caro que el otro... En una región plana, un cuadro de 10 kilómetros de lado nos puede resolver las preguntas de distribución; sin embargo, en una zona de montaña, un cuadrillo de 10 kilómetros de lado nos



puede crear problemas grandes: podemos pasar al lado de una montaña. Otro problema: ¿Dónde se debe poner el punto de muestreo en cada cuadrado? en teoría, en el centro del cuadrado; en la realidad, donde se puede.

En la figura 4 ilustramos el área de los volcanes Telica y Santa Clara. El área tiene 6 x 10 kilómetros. Lo más probable, si se pide a alguien que establezca un punto de muestreo allí, es que lo tomara cerca de la carretera, área indicada por las cuatro flechitas. De todos modos, tomando un punto abajo o arriba de uno de los dos volcanes, se tendrán datos totalmente parciales.

En realidad, se tendrían que tomar puntos de ambos lados de cada volcán, en los cuatro puntos cardinales, por efecto de los vientos y de la cantidad de luz solar. También se tendrían que tomar muestras a diferentes altitudes. Por ello, en este caso, propondríamos un sistema de cruz, dos ejes norte-sur y este-oeste y puntos de muestreo en cada franja de cien metros de altitud. En la figura 5 se puede ver el diseño de ejes y puntos sobre el volcán Santa Clara. Podemos ver que en un área de 3 x 3 kilómetros, obtenemos 22 puntos de muestreo.

En un área de macizo montañoso, como el macizo del Kilambé, el problema es aún más complejo. Si un volcán es un caso casi geométrico de cono, un macizo es un amalgama de varias cumbres en la misma área. En la figura 6 podemos apreciar, en un área de 8 x 7 kilómetros, un total de 20 cumbres. A cada cumbre se le deben de asociar los dos ejes y los puntos de muestreo, lo que nos da varios centenares de puntos de muestreo.

### ¿De qué área es representativo un punto de muestreo?

Aquí tratamos de tomar la reflexión en sentido contrario. ¿A qué superficie de terreno podemos extrapolar un punto de muestreo? Como en el tópico anterior, al cual va estrechamente ligado, dependerá de la zona muestreada, si es plana o si tiene relieve fuertemente accidentado.

En la figura 7 ilustramos la extrapolación a partir del punto de muestreo de Sulum, sobre río Pispis; el área ilustrada es de 5 x 6 kilómetros. En la figura 8 ilustramos el mismo proceso para el punto de muestreo de los rápidos de Waula Kombas sobre río Waspuk; la cuadrícula figurada es de 10 kilómetros de lado. En ambos casos se tomaron como límites las cuotas orográficas de 100 metros inferior y superior al punto muestreado.

### Ubicación de estaciones biológicas

La toma de decisión para la ubicación de estaciones biológicas depende de muchos factores: políticos, económicos, de accesibilidad, de uso turístico potencial, de base operacional para guarda parques, etc... En pocos casos se considera la accesibilidad a los puntos de muestreo y la complejidad del trabajo de los ecólogos o biólogos que tendrán que vivir allí por períodos a veces largos.

La primera decisión siempre es político-económica. En función de quién paga la estación, se ubicará en tal o cual región; al menos en un nivel que podemos considerar 'macroscópico'. Para el carácter más preciso (o 'micro'), una vez en la región definida, en muchos casos, se ubican las estaciones biológicas allá donde es fácil llegar; por razones logísticas, hasta donde se puede navegar o hasta donde llega el vehículo, allí se pone la estación.

El razonamiento a partir de la densidad de puntos de muestreo es más objetivo, y corresponde, en la mayoría de los casos, con las áreas de mayor interés a nivel de Biodiversidad. En una área plana, la densidad de estaciones biológicas puede ser menor, por la mejor accesibilidad de los puntos de muestreo. En una área de montaña, la densidad de estaciones biológicas debe ser mayor, ya que la cantidad de puntos por muestrear es mayor y el interés del estudio es mayor.

El hecho de ligar la conservación con la riqueza biológica suena como de sentido común, pero en Nicaragua, como en muchos países tropicales, las áreas de montaña, de diversidad muy grande, se han conservado más por su inaccesibilidad que por

esfuerzo de las autoridades competentes. Actualmente, a falta de áreas accesibles, las áreas poco accesibles son blanco de los colonos en busca de tierras nuevas donde instalarse.

El potencial turístico, ligado a la belleza escénica de los bosques de montaña, puede ser un incentivo para la construcción de estaciones biológicas mixtas, científicas y turísticas, aumentando así la presencia de las autoridades y dando una alternativa económica a las poblaciones locales.

### Propuesta de estrategia de muestreo

La propuesta de estrategia de muestreo no va, desde luego, en escoger cuadritos de 1 x 1 o de 10 x 10 kilómetros. Aprovechando los sistemas de información geográficos (SIG) es actualmente posible trabajar con áreas no geométricas. Proponemos como límites de las áreas no geométricas las cuotas de 100 metros de altitud y los ríos. La opción más optimista sería levantar un punto de muestreo en cada una de las figuras obtenidas. La totalidad de los puntos se puede analizar luego con una rejilla de cuadritos UTM, con la escala requerida para el estudio.

En la figura 8 y 9 presentamos el área de río Pispis y su corte en áreas no geométricas. Escogimos la única curva presente, de altitud 100 metros y cortamos los ríos en caso de confluencias. En el área del mapa, de 20 x 10 kilómetros, obtenemos 5 áreas debajo de 100 metros (coloraciones con textura) y 7 áreas encima de 100 metros (coloraciones sin textura), se deberían tomar 12

puntos de muestreo con sus repeticiones. Por efecto de ilustración, ubicamos dos puntos en cada área de muestreo.

También se debe tomar en cuenta que la cantidad de áreas promedio por cuadrícula disminuirá tomando las cuadrículas vecinas, ya que algunas áreas ilustradas son compartidas con cuadrículas vecinas.

Pero las áreas serán grandes y los dos puntos de muestreo (punto + repetición) serán distantes. Por ello, debe analizarse si el área es o no homogénea. Si no es homogénea, se deberá cortar en dos partes y repetir el muestreo.

Esta propuesta permite ahorrar muchos esfuerzos de muestreo. Tomando una rejilla de 1 x 1 kilómetros, se necesitan para este mismo área (10 x 10 kilómetros) 200 puntos de muestreo con sus repeticiones.

La ventaja grande de esta estrategia de muestreo es que permite enfocar el esfuerzo sobre las zonas más importantes a nivel de diversidad, por acumulación de puntos mayor en zonas de relieve más contrastado y por la posibilidad de agregar puntos después del análisis.

### Agradecimiento

Agradezco al Dr. Mijail Perez y al Dr. Byron Walsh por las discusiones sobre el tema tocado en esta nota. Mi agradecimiento también al Dr. Fermin Martin Piera por la revisión del manuscrito.



Balmes, 61, pral. 3ª - 08007 Barcelona  
Tel. / Fax 934 533 603  
c.e.: entomopraxis@entomopraxis.com  
www.entomopraxis.com

### NUEVOS PRECIOS MÁS BAJOS DE ALFILERES MORPHO Y ETIQUETAS DE MONTAJE CON RAYITAS

#### ALFILERES MORPHO

negros: 3,30 €

inoxidables: 4,80 €

#### ETIQUETAS DE MONTAJE

nº 3 (A200) 6,00 €

nº 6 (A201) 6,00 €

nº7 (A202) 7,20 €

nº 9 (A204) 8,40 €

nº 12 (A205) 5,40 €

nº 13 (A206) 4,20 €

nº 14 (A207) 4,20 €

### AMPLÍSIMA GAMA DE MICROSCOPIOS Y LUPAS BINOCULARES A PARTIR DE 180 €. CONSÚLTENOS.