

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA
ESCUELA DE BIOLOGIA

UTILIZACION DE UN METODO GEOESTADISTICO
PARA ESTIMAR DISTANCIAS MÍNIMAS DE TRAMPEO Y
PATRONES ESPACIALES EN SCARABAEINAE
(COLEOPTERA: SCARABAEIDAE)

Informe de Tesis

elaborado por:

Carlos Enrique Avendaño Mendoza

Para optar al título de

biólogo

Escuela de Biología
Universidad de San Carlos de Guatemala

50 0

Guatemala, noviembre de 1959

JUNTA DIRECTIVA
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS V FARMACIA

DECANA:	Licda. Hada Marieta Alvarado Beteta
SECRETARIO:	Lic Oscar Federico Nave Herrera
VOCAL I:	Dr. Oscar Manuel Cobar Pinto
VOCAL II:	Dr. Ruben Dariel Velitsquez Miranda
VOCAL DI:	Lic. Rodrigo Herrera San Jose
VOCAL IV:	Br. David Estuardo Delgado Gonzalez
VOCAL V:	Br. Estuardo SolOrzano Lemus

INDICE

RESUMEN	1
1. INTRODUCCION	3
2. ANTECEDENTES	5
2.1. AUTOCORRELACION ESPACIAL	5
2.2. GEOESTADISTICA	5
2.3. VARIOGRAMA Y COVARIANZA ESPACIAL	7
2.4. "KRIGGING" Y GENERACION DE MAPAS CONTORNEADOS	8
2.5. APLICACIONES DE LA GEOESTADISTICA	10
2.6. SCARABAEINAE: INDICADORES DE BIODIVERSIDAD Y DE ALTERACION ANTROPOGENICA DE BOSQUES	12
3. JUSTIFICACIONES	13
4. OBJETIVOS	14
5. HIPOTESIS	14
6. MATERIALES Y METODOS	14
6.1. UNIVERSO DE TRABAJO	14
6.1.1. Escarabajos de la subfamilia Scarabaeinae	14
6.1.2. DescripciOn de los lugares de estudio	15
6.1.2.1. Biotopo Choo5n Machacas	15
6.1.2.2. Parque Nacional Laguna Lachui	15
6.2. MEDIOS	16
6.2.1. Recursos Humanos	16
6.2.2. Recurso,s Materiales	16
6.3. PROCEDIMIENTO	17
6.3.1. DISEÑO EXPERIMENTAL	17
6.3.2. COLECTA DE SCARABAEINAE	18
6.3.3. ANALISIS GEOESTADISTICO	18
6.3.4. NUMERO DE TRAMPAS PARA SCARABAEINAE	24
7. RESULTADOS	25
7.1. Ingreso de Datos	25
7.2. Analisis Exploratorio de Datos	25
7.3. ConstrucciOn de la COVES	26
7.4. VerificaciOn con Validez Cruzsda	31
7.5. InterpolaciOn con "krigging"	33
7.6. RealizaciOn del Maim Contorneado	33
7.7. Distil/Ida Minima de Tramped y Patron Espacial de Scarabaeinae	37
7.8. NUmero de trampas pare Scarabaeinae	37
8. DISCUSION	39

9. CONCLUSIONES	41
9.1. Sobre el análisis geoestadístico	41
9.2. Scarabaeinae del Biotopo Choc, On Machacas	41
9.3. Scarabaeinae del Parque Nacional Laguna Lachuit	42
10. RECOMENDACIONES	42
10.1. Sobre el análisis geoestadístico	42
10.2. Sobre el análisis geoestadístico de Scarabaeinae	43
11. REFERENCIAS.	44
12. ANEXOS	48
12.1. Anexo No.1.	49
12.2. Anexo No.2.	50
12.3. Anexo No.3.	52
12.4. Anexo No.4	55
12.5. Anexo No.5.	56
12.6. Anexo No.6.	57
12.7. Anexo No.7.	58

AGRADECIMIENTOS

A Enio Cane por apoyarme en todo desde que lo conozco, y así mismo por su asesoría en el Laboratorio de Entomología Sistemática de la Universidad del Valle de Guatemala.

A Claudio Mendez por siempre brindarme una ayuda.

A Samuel Córdova y a Juan Fernando Hernández por las correcciones hechas a este trabajo.

~~A los guarda recursos del Biotopo Chothn Machacas por todo el apoyo brindado en la realización de este trabajo de tesis. Al Centro de Estudios Conservacionistas por haber facilitado el transporte y la estadía en el Biotopo Chothn Machacas. A Yolanda Mendoza por la participación en el trabajo de campo. A Hector Bet Franklin Herrera y Luisa Paredes, por su apoyo desinteresado a este trabajo.~~

A la administración del Parque Nacional Laguna Latina por el apoyo institucional. A los guarda recursos del Parque Nacional Laguna Lachui, Pauline Baleu y Alfredo Caal, por el apoyo en la colecta de escarabajos en la comunidad de Río Tzetoc. Así mismo también a la comunidad de Río Tzetoc por la hospitalidad brindada durante el tiempo de trabajo en el Parque. ~~A Pedro Oxom y Estuardo Pérez por haber participado en el proceso de muestreo de escarabajos.~~

~~Al Proyecto Labia UICN-INAB por el transporte al Parque Nacional Laguna Lachui y el equipo de colecta y por todo el demás apoyo proporcionado a este trabajo de tesis.~~

A la Environmental Protection Agency por poner a disposición del dominio público el programa Geo-EAS.

A las tardes de luciérnagas y lluvia, de lunas y de grillos, relimpagos y nubes de todos mis días fuera...

DEDICATORIA

~~A MI PAPA Y A MI MAMA, PORQUE ME LO HAN PERMITIDO TODO ...~~

~~A MIS HERMA_NOS, POR SU APOYO~~

A MI ABUELITA, POR SUS CONSEJOS

~~A MI ABL'ELO, POR SU ALEGRIA DE SIEMPRE~~

~~A LA MEMORIA DE MI ABUELA, POR SUS SEÑOS~~

A TODA MI FAMILIA, POR SWMPRE ESTAR CONMIGO

A MIS AMIGOS

RESUMEN

La geoestadística es una rama de la estadística aplicada que analiza y modela estructuras espaciales de elementos en el espacio y en el tiempo. Se base en el principio de correlación espacial, es decir, la relación existente entre varios elementos en el espacio, según su cercanía (Ines parecidos) o lejanía. Con esta Waitte se pueden obtener patrones espaciales de variables en un espacio determinado, y estimar la distancia a la cual existe independencia entre localidades donde la variable fue medida.

Este principio rompe con el supuesto de independencia entre elementos de la estadística clásica, ya que afirma que los elementos son dependientes en el espacio. La utilización de la geoestadística es reciente en ecología, por lo que existen pocos textos que ejemplifiquen y admen su aplicación. Admires se menciona en estos que no es una operación fácil de ejecutar.

Se utilizó geoestadística para analizar el patrón espacial de escarabajos copronecrofagos de la subfamilia Scarabaeinae (Coleoptera Scarabaeidae) para determinar la distancia de independencia entre trampas, y así contribuir al método de trapeo de este taxón, ya que en la literatura disponible no se menciona el porque de las distancias utilizadas entre trances.

Es importante apoyar el potencial de estos escarabajos como indicadores de biodiversidad y alteración antropogénica de bosques, a través de un fortalecimiento en su estado de conocimiento a través de análisis geoestadísticos. Este análisis se facilitó al utilizar una rejilla (cuadrícula) de transectos, donde en cada nodo se colocó una trampa de hoyo ("pitfall") cubierta con heces y/o carrofia) por lo que se conocía la distancia exacta entre las trampas. Se midió el número de especies por trampa, para determinar la distancia óptima entre trampas para colectar el número máximo de especies, (MI en un inventario. Se analizaron datos de rejillas de dos lugares distintos, localizados en los bosques tropicales del norte de Guatemala Los lugares fueron el Biotopo Chocoma Mitcham (BCM), en Izabal; y el Parque Nacional Laguna Lachui (PNLL), en Alta Verapaz.

Los datos de la rejilla del BCM corresponden a los meses de junio (tramos secos) de 1997 y 1998. Se obtuvieron distancias mínimas de trapeo de 25 metros (necrofagos 1997), de 15 metros (coprofagos 1998) y de 20 metros (necrofagos 1998). Del PNLL se analizaron datos de una rejilla en septiembre (tramo húmedo) de 1999 solo para el hábitat coprofago, y se obtuvo una distancia mínima de trapeo de 15 metros.

Se demuestra que la utilización de un método geoestadístico para evaluar distancias de trapeo, es muy valioso, ya que contribuye a la estandarización en la colecta de este taxón, para considerar la separación que debe existir entre trampas, logrando independencia entre ellas. La distancia de trampas debe colocarse a esa distancia para inventario, podría considerarse como la "distancia determinada" por la asíntota de la curva de acumulación de especies por trampas. Los resultados fueron 32 trampas, para necrofagos de 1997 en el

BCM, 31 trampas, para necrofagos de 1998 en el BCM; 25 trampas, para coprefagos de 1998 en el BCM; y 77 trampas, para coprofagos de 1999 en el PNL

A través del proceso de interpolación de "kriging", se determinó que en ambos sitios, el patrón espacial de Scarabaeinae fue amontonado, como son la mayoría de patrones de organismos vivos en ecosistemas naturales, ya que los muestreos son heterogéneos a macro y micro escala.

La utilidad de la geoestadística se podría ampliar a otros taxa, para de igual manera, estimar distancias de independencia y patrones espaciales para optimizar el método de muestreo de cada um. Dependiendo del taxón con que se estudie, será la escala espacial mínima con que se puede trabajar, ya que es muy importante tomar en cuenta la movilidad del mismo. La aplicación de la geoestadística a la ecología del paisaje puede ser útil para predecir valores de un taxón o varios taxa en la heterogeneidad de un lugar determinado.

1. INTRODUCCION

Los metodos geoestadisticos analizan las correlaciones espaciales entre distintos tipos de elementos. La correlación espacial es un termino de reciente introducción a la estadística aplicada (Lockwood 1997), que se refiere a la relación existente entre dos o más elementos que están cercanos o lejanos al espacio (Robertson 1987). El tipo de relación, positiva o negativa, puede determinar el tipo de patrón espacial en un lugar dada

En los ecosistemas naturales, la geomorfología produce procesos primarios de ~~escala mayor (topografía, edafología, hidrología, etc.) que constituyen estructuras parchadas separadas por interfases relativamente homogéneas. En estas, los procesos bióticos de escala menor (disponibilidad de alimento, relación presa-depredador, parasitismo, etc.) crean más estructuras parchadas, que en conjunto con las de escala mayor, determinan la heterogeneidad espacial (Legendre 1993), que puede ser analizada con la correlación espacial.~~

La correlación espacial establece que el patrón espacial de elementos bióticos y abióticos es amontonado o parchado, debido a la dependencia que existe entre ambos (Robertson 1987) en el escenario heterogeneo los ecosistemas naturales. También existen ~~patrones espaciales al azar siendo más propios de ecosistemas artificiales (Legendre 1993), ya que los mismos son homogéneos.~~

La geoestadística asume que la correlación espacial es más práctica y realista, además de ser un concepto muy importante en la ecología, pero que ha sido ignorado por la estadística tradicional. A pesar que se ha reconocido el potencial de la geoestadística en ~~estudios ecológicos, su uso es muy limitado porque casi no existen textos que puedan ser aplicables por ecólogos y porque es un proceso difícil (Liebhold 1998, Englund y Sparks 1991).~~

Existen pocos ejemplos de aplicación de geoestadística a ecología de insectos, y los que hay son de fitopatología y manejo integrado de plagas en ecosistemas artificiales (Liebhold *et al.* 1991, Nestel y Klein 1995, Nelson *et al.* 1994, y Arbogast *et al.* 1998), por lo que no hay ejemplos de su aplicación en ecosistemas naturales.

Los insectos tienen papeles muy importantes en los ecosistemas naturales (Oliver y Beattie 1996), ~~tal es el caso de los escarabajos copronecrófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) cuyo nicho, de reciclaje de materia orgánica (e.g: excremento, carroña y fruta podrida) es predominante en los bosques tropicales, lo cual los relaciona bastante con la presencia de mastofauna por la producción de excremento (Halfpenny *et al.* 1992). Además se han utilizado como indicadores de biodiversidad y alteración antropogénica de bosques y paisajes modificados, ya que su ensamblaje es altamente afectado por modificaciones a los ecosistemas (Halfpenny y Fivola 1993). La condición de organismos indicadores es una herramienta muy poderosa para el monitoreo de la biodiversidad, que debe ser fortalecida y~~

apoyado con un método de colecta (*dm° que responda **a la** distribución espacial de los mismos.

Los **Scarabaeinae** son colectados principalmente con trampas "pilfer (Haller y Fiwila 1993) intercaladas en el espacio a una distancia dada que va desde los 17 metros hasta los 50 metros (Cano 1998, compere. Louzada, 3), sin existir todavía una unificación para el trapeo del **tm** **oaf** importante conocer el patrón espacial para optimizar el trapeo?

Este trabajo de tesis demuestre como la utilización de **un** método geoestadístico puede ser usado para estimar distancias mínimas de trapeo y patrones espaciales de escarabajos coproneaeragos de la subfamilia Scarabaeinae. Esto resuelve parte del problema, ya que se pudo estimar la distancia que debe haber **ate** trampas para que no haya traslape entre ellas y que se mantengan independientes. De esta manera se pueden optimizar los recursos utilizados en un muestreo, ya que en vez de colocarse varias trampas que repitieran información, se colocan dos independientes. El número de trampas a colocarse a esa distancia puede ser la **medida** de trampas a la cual se establece la asintota de la curva de especies **acumuladas** por trampas. Dicho número de trampas y distancia de separación entre ellas puede servir en programas de monitoreo, inventarios sistémicos y estudios ecológicos.

2. ANTECEDENTES

2.1. AUTOCORRELACION ESPACIAL

~~El término autocorrelación espacial es de Moris y introdujo al mundo de la estadística ecológica, y a un punto de vista importante no tomado en cuenta por la estadística clásica (Lockwood 1997). La autocorrelación es la relación existente entre dos o más elementos que están juntos o separados en el espacio, lo que da como resultado un patrón espacial parchado o amontonado (Robertson 1987).~~

Esto se da principalmente en los ecosistemas naturales, donde los procesos geomorfológicos en sí mismos, las corrientes y vientos en turbulencias fluidas, constituyen procesos primarios de escala mayor que producen la aparición de estructuras parchadas separadas por interfases, siendo cada fita, una zona relativamente homogénea. Dentro de estas fases los procesos biológicos contagiosos, constituyen los de escala menor que muestran una mayor heterogeneidad espacial (e.g.: la relación presa-depredador, la disponibilidad de alimento y el parasitismo). Así como en conjunto, produce heterogeneidad espacial no al

azar en los ecosistemas naturales (Legendre 1993). Los patrones al azar o aleatorios, son muy frecuentes de observar en ecosistemas artificiales, aunque también pueden haberse observado patrones amontonados (Arbogast *et al* 1998).

El concepto de autocorrelación contrasta con la estadística clásica, porque establece que los patrones de distribución espacial de los seres vivos (y la de las variables físicas) al azar o uniforme no son posibles o tan fáciles de darse en la naturaleza, siendo más probable la distribución parchada o amontonada. El uso de la autocorrelación imposibilita realizar pruebas de hipótesis, pues los datos carecen de independencia; es decir, son dependientes, lo cual significa que cada uno no puede aportar un grado de libertad (Legendre 1993).

Los patrones espaciales de seres vivos han tratado de ser descritos con índices de dispersión, pero estos han resultado ser pobres en dicho objetivo, ya que no indican la ubicación espacial de los datos, al basarse únicamente en un relación entre la varianza y la media, y además al ser altamente dependientes al tamaño de la muestra (Liebhold *et al* 1991, Nestel y Klein 1995).

La continuidad espacial mide cuantitativamente la relación entre el valor de una variable en una localidad y el valor de la misma variable o de otra en diferentes localidades. Mientras más cercanos están dos unidades muestrales o de tramo, más parecidos serán sus valores, siendo lo contrario cuando estén alejados (Rossi *et al* 1992).

2.2. GEOESTADÍSTICA

La geoestadística es una rama de estadística aplicada para el análisis de datos espacialmente correlacionados que detecta, cuantifica, modela y estima la estructura

espacial (Rossi *et al* 1992, Englund y Sparks 1991), que viene a sea mis ventajosa que los indices de dispersion, ya que S si se conoce la ubicaciOn de las variables en el espacio. La geoestadistica asume que la dependencia especial es mis practice y realis-ta, ya que todo elemento en la naturaleza tiene cierto grado de relation entre si. La dependencia, continuidad, o autocorrelaciOn especial o temporal, debe sea un concepto muy importance pan la ecologia, pero k misma ha lido ignorada por Is estadistica tradicional.

En la ecologia se ha reconocido recientemente el potencial de la geoestadistica, pero existe una desventaja pan su uso, casi no hay textos que estin escritos de una manes en Is que los ecOlogos la puedan entender (Liebhold 1998).

La autocorrelaciOn se puede medic por medio de un variograma o de otras herramientas como las covarianzas espaciales o los correlogramits. Para estudiar la estructura de una comunidad multivariada con un metodo geoestadistico, primerº debe realizarse tm analisis exploratorio de datos (AID), que consiste en la utilizaciOn de procedimientos bathos estadisticos pant ºbarter information que puede servir de guia *end* analisis de correlaciOn especial. Luego siguen tres pesos: &emir el gado de autocorrelaciOn, interpolar los valores y representarlos en un mapa (Robertson 1987, Gill 1996). Rossi *et al.* (1992) y Legendre (1993) mencionan los siguientes como los mis frecuentes a utilizar pare un AED.

- a) Computar un analisis de correspondencia pare presencia de especies o abundancia de datos, o un analisis de componentes principales.
- b) Realizar una ordenaciOn canonica (o analisis de correspondencia canonica) de los datos multivariados pare compactarlos en una ecuaciOn que revele la tendencia de los mismos.
- c) Utilizer tecnicas de agrupacion o de "chaster" pare dividir los datos en subarreglos homogeneos.
- d) Un analisis de varianza (ANDEVA).
- e) Ffistogramas (distribuciones de freaamcia) y gréfcos de probabilidad ("probability plots").
- 0) Estadistica univariada: medics, varianzas y coeficiente de variaciOn.
- g) Estadistica bivariada: regresiones y correlaciones.

Los procedimientos estadisticos son usados pan organizar y sumarizar datos pan que de ellos se puedan obtener inferencias importantes del fenOmeno de intern **Las** herramientas y pruebas bisicas de la estadistica (prueba de t, F, chi cuadrado o analisis de varianza) asumen generalmente que cualquiera de los datos es independiente uno del otro y que los mismos estin distribuidos en patrones identicos (Rossi *et al.* 1992). **Lo anal,** como ya se melanoma, no puede cumplirse bajo el principio de autocorrelaciOn especial de los ecosistemas.

Dos puntos de muestreo que estin correlacionados en 4 espacio (o en el tiempo) van a presenter la misma information, lo and no sucederi con dos puntos que no presentee continuidad. Al contrario, cada uno proporcionan valores distintos pare la variable que se

mide. Sería Optimo, valioso y econornico colocar dos trampas independientes en el espacio, pues de colocarse dos dependientes, dans to mismo colocar una.

Pam conocer esa distancia minima de tranmeo, existen at la geoestadistica herramientas que lade la correlacido especial, es deck la distancia a Ia cual dos pantos than de ser dependientes. Entre estas herramientas esten ci variograma, la covarianza especial (COVES), ci correlograuna y ci madograma principalmente, siendo las mis usadas las dos primeras (Rossi *et at* 1992).

2.3. VARIOGRAMA Y COVARIANZA ESPACIAL

Los variogramas (llamados tambien sani-variogramas) sumarizsn las relaciones bivariadas entre pantos o muestras, a decir, la diferencia promedio al cuadrado entre muestras alineadas en una direccien particular y separadas por una distancia coma (lag" o intervalo) (Englund y *Sparks* 1991, **Rona et at** 1992).

La Covarianza especial (COVES), a diferencia del variograma, filtra los cainbios locales de medias y varianzas globales. Es un variograma que se compute al sustraa covarianzas de intervalos de la variante de Ia muestra (Rossi *et at* 1992).

El muestreo geoestadistico se facilita si se realice sobre una nsjilla, pan asi saber las distancias exactas que existen entre todos los puntos. Esto se conoce comp el metodo de muestreo por distant* ci cual es usado pan estudiar patrones, ya que provee una medida directa de densidad local (Eberhardt y Thomas 1991). Una "Testa del pulsar" o de "aprobacien" es que debe haber por lo mesas de 30 a 50 pares de datos pan poder *realizar* geoestadistica Otra regla que debe aplicarse es que en un variograma puede ester solo representada la mitad de la distancia maxima medida, es decir la distancia de correlatien no puede ser mayor que esa mitad (Rossi ci al1992).

Existen dos tipos de autocorrelación, Is estructural, que se refiere a la tendencia de datos a gran (scab que involucran *conjuntamente* bastantes datos; y la estocistica, que se refiere a estructuras coneIacionadas a pequala escala, aun mis pequefia que Is distancia que separa a dos puntos de muestreo. El variograma y la COVES modelan la dependencia estructural especial (Rossi *et at* 1992).

El variograma y la COVES analizan las distribuciones espaciales a waves de un anilisis de patrones superficiales, ci cual estudia fentaenos *espacialmente continua* lo que se logra a travel; del muestreo en estaciones de trampeo. Con estas dos estructuras espaciales no se pueden realiz,v pruebas de bipttesis por lo ya mentioned° anteriorrnente, pero pan poder utilizad° debe cumplirse uno de los dos supuestos de Ia condicien de segundo orden, la cual dice que (a) el valor de media y varianza esperado pan la variable, debe tenet valores constantes y finitos sobre el Area de estudio; y (b) que Is autocorrelacien debe solo depender de la relación existence con los puntos vecinos. Esto *quitre* decir que Ia estructura especial es el resuhado de las dinómicas poblacionales o de la propia comunidad

1. Albit (1110 WU tie vatnograma y w Ven, a mincanor, en CI Mg Sc colocan sobre la rejilla valores de 1, para presencia; y 0, para ausencia, donde se encuentre o no la variable de interés. Este tipo de indicador sirve para cuantificar la continuidad espacial y modelar las clases discretas presentes en la distribución de frecuencias acumuladas (Rossi et al. 1992).

El variograma y la COVES pueden ser aproximados por varios modelos matemáticos para ver a cuál se ajusta mejor los datos de los valores. Los usos más comunes son el modelo exponencial y el esférico (Gill 1996). La diferencia radica en la forma que toma la curva para modelar la estructura espacial. También existen el gaussiano y el lineal (Englund y Sparks 1991).

El valor del variograma y de la COVES en el cual los puntos graficados se nivelan, se conoce como 'umbral' o 'sill'. La distancia de intervalo en la que el modelo se nivela se conoce como rango, el cual define la distancia promedio dentro de la cual las trampas permanecen correlacionadas espacialmente, es decir la distancia mínima de trapeo. De esa distancia en adelante las unidades de trapeo son independientes (Rossi *et al.* 1992).

Otro elemento es el "nugget" o efecto pepita, valor en el cual el modelo intercepta a la ordenada. El "nugget" representa toda la variabilidad espacial no documentada a distancias más cortas que la distancia entre trampas. Existen dos razones para los "nuggets": la existencia de variabilidad espacial más pequeña que la distancia mínima de intervalo, y el error experimental que ha introducido varianza a los cálculos. La diferencia entre el "nugget" y el umbral, representan la proporción de la varianza total que puede ser modelada como dependencia espacial de la rejilla disponible para el muestreo (Rossi *et al.* 1992)

Cuando los datos son al azar o uniformes en sus patrones espaciales, el variograma y la COVES resultan ser planos, ya que no hay continuidad espacial, lo cual se conoce como "efecto puro de nugget" (Liebhold *et al.* 1991).

Ambos modelos, el variograma y la COVES, son correctos, cada uno provee una perspectiva un poco diferente sobre las dos fuentes evidentes de patrones espaciales: la variabilidad de intervalo a intervalo y los cambios locales de media y varianza. Ego sefitla la importancia en computer simultaneamente diferentes estructuras espaciales (Rossi *et al.*

1992). Pero Rossi *et al* (1992) mencionan que la COVES provee una descripción más efectiva de la dependencia espacial entre intervalos, por tomar en cuenta los cambios locales de media y varianza.

2.4. "KRIGGING" Y GENERACION DE MAPAS CONTORNEADOS.

Las funciones estructuralmente necesitan de una interpretación. Esta se realiza a través de un mapa contorneado, en el cual se observan las cotes de valores o densidades de la población estudiada. Los mapas contorneados pueden obtenerse de maneras muy diversas, como con el método geoestadístico "kriging", que hace uso del variograma y/o COVES para tomar en cuenta la autocorrelación espacial durante el proceso de interpolación, lo cual, como se menciona en la literatura, no es una tarea sencilla (Englund y Sparks 1991).

El "kriging" es un método de interpolación de promedios móviles ponderados donde el arreglo de ponderaciones asignadas a las muestras minimiza la estimación de la varianza. Se computa en función del variograma o COVES y de las localidades relativas entre las muestras, y del punto o bloque que se estima (Englund y Sparks 1991). Existen otros métodos de interpolación mencionados por Eberhardt y Thomas (1991), conocidos en

conjunto como el método de muestreo de patrones para realizar mapas contorneados, donde se incluye "kriging". Entre ellos se encuentran:

- a) La superficie de tendencias, que da una impresión tosca y general de la superficie.
- b) Promedios móviles, el cual suaviza las observaciones al reemplazar un valor dado por el promedio que lo rodea y de los puntos vecinos, a lo largo de toda la serie de datos.
- c) Procesos de modelos estocásticos, donde se encuentra "kriging".

"Kriging" tiene la ventaja que minimiza la varianza del error y además es posible estimar el error estándar de la estimación (Lekhold *et al* 1991).

Existen dos formas de "kriging": "point" y "block". Con "point kriging" los valores para puntos exactos son estimados dentro de la rejilla, y el "block" estima valores para áreas dentro de la rejilla. "Block kriging" es más apropiado que "point kriging" en situaciones donde los valores de los promedios de las variables son más significativos que valores exactos para puntos específicos, especialmente donde la dependencia temporal o espacial es débil (Robertson 1987). Los dos tipos pueden en conjunto estimar densidades poblacionales locales y promedios de bloques (Gill 1996).

La validez del variograma y COVES puede comprobarse con la técnica llamada validez cruzada, con la que se hace "kriging" de cada punto de muestreo con todos los demás puntos del área vecina localizados no más allá del rango calculado, para compararlos con los datos verdaderos del muestreo por medio de una diferencia de valores. Valores grandes de diferencia pueden indicar la presencia de datos sesgados o de datos que no se parecen mucho a los del área, por lo que no deberían considerarse en los cálculos pare no

La geoestadística como tal se desarrolló en los años 1950 y 1960 por geólogos y geógrafos como un método para caracterizar e interpolar patrones espaciales de reservas de oro. Su introducción a la ecología es reciente, por lo que existen pocos ejemplos en la literatura de aplicaciones ecológicas de técnicas geoestadísticas, como correlogramas, covarianzas espaciales, variogramas o "Trigging" (Liebhold *et al.* 1991; Matthew y Mather 1996). Hay varios ejemplos de aplicación de geoestadística a la ecología de insectos, fitopatología, manejo integrado de plagas y ecología emética. De esta última se realizó un estudio con *Rhodomonas* sp. (Cryptophyceae) para modelar su patrón temporal, a través de un muestreo diario a lo largo de 375 días. El variograma resultante demostró que la correlación se mantenía por debajo de 24 días de muestreo, así es que esto indicaba el intervalo mínimo de trapeo necesario (Robertson 1987).

Las aplicaciones que existen con insectos *hemípteros* se centran mayormente en el área de manejo de plagas en el campo y en bodegas. Los Sistemas de Información Geográfica

(SIG) se han combinado con geoestadística para obtener resultados más descriptivos (Liebhold *et al* 1993).

Liebhold *et al.* (1991) aplicaron Mantas de geoestadística en una muestra de mesas de huevos de una variedad de la polilla gitana (*Lymantria dispar* L. Lymentriidae), colectadas en una serie de localidades con diferentes densidades. La polilla gitana es un ejemplo de plaga donde el manejo puede depender de la interpolación entre muestras estratificadas espacialmente. En el estudio se utilizó el programa GEO-EAS, con el cual se encontró en los variogramas que la dependencia espacial no existía en distancias mayores de 20 km. o en distancias entre 1 y 4 km. Lo cual indica que al generar mapas contorneados con "kriging", los puntos de muestreo no deben estar separados más de 20 km. cuando el muestreo se haga en grandes regiones; y no más de 1 km cuando se haga en áreas pequeñas. Los datos fueron isotrópicos, aunque la topografía del área de muestreo podía haber generado anisotropía. Liebhold *et al* (1991) mencionan que los procesos de nacimiento, muerte y migración contribuyen a la heterogeneidad espacial en la densidad animal. Con "kriging" se pudo estimar la densidad de mesas de huevos en lugares no muestreados. Los resultados se obtuvieron de 4 lugares en E.E.U.U. a lo largo de casi todo el siglo, basándose en bases de datos existentes.

Otras plagas que han sido estudiadas, son algunos homópteros de la familia Cicadellidae. Nestlé y Klein (1995) muestrearon estos insectos para observar como es el proceso de colonización entre hábitats y así obtener información para ser usada al diseño de esquemas de muestreo. Usaron una cuadrícula de 40 m. por 72 m. con 40 transectos. Midió la autocorrelación espacial con el índice de Moran, obteniendo como resultado que las densidades de dos especies de cicadélidos eran muy bajas para representar cualquier patrón espacial. Pero concluyeron con los mapas contorneados que las poblaciones se dispersan en grupos y no por individuos y que se establecen en el nuevo lugar en un patrón amononado.

Otras áreas de interés son desarrollar programas de manejo para virus que son transmitidos por insectos. Los análisis espaciales de autocorrelación son complementados con la utilización de SIG, al totalizar los datos en mapas cartográficos bajo coordenadas UTM. De esta manera se pueden diseñar programas de manejo con más lógica al entender la influencia de vectores, hospederos alternativos, malezas y las plantas cosechadas sobre la distribución del virus en el espacio (Chellemi, D. *et al* 1988, Lecoustre, R, *et al.* 1989, Nelson *et al.* 1992, Nelson 1998). En el Valle Del Fuerte, Sinaloa, México, se diseñó un plan de manejo para un multivirus con el uso de SIG y geoestadística. Nelson *et al.* (1992) utilizaron variogramas direccionales, omnidireccionales e indicadores; y "block kriging". En este estudio también se utilizó GEO-EAS, y los resultados indicaron que la correlación se mantenía bajo los 25 km, es decir que la incidencia del virus es espacialmente dependiente, lo cual permite la habilidad para visualizar la situación regional. Estos resultados promovieron la modificación del enfoque del manejo y el empleo de los muestreos espaciales (Nelson *et al* 1994).

La distribución espacial de plagas de ecosistemas artificiales en bodegas, ha sido estudiada con geoestadística, utilizando mapas contorneados (Arbogast *et al.* 1998).

Algunas plagas estudiadas han sido gorgojos y cucarachas en bodegas de granos, en la cual se trazan rejillas de muestreo para generar variogramas. Se han obtenido mapas comomeados de varios muestreos en el tiempo, para examinar cambios espaciales utilizando una rejilla de sustracción. La utilidad de los mapas comomeados ha sido la aplicación eficaz y precisa de las medidas de control, y de la evaluación de los muestreos, ya que la localización del punto de infección se puede establecer. Además se pueden observar las interacciones entre las variables físicas y la población plaga. La interpolación de datos permite tomar medidas de variables físicas solo en ciertos puntos de la rejilla, lo cual es un gran beneficio (Arbogast *et al.* 1998).

La geoestadística se ha utilizado para evaluar dispersión de enfermedades transmitidas por acaros en los E.E.U.U. Nicholson y Mather (1996) utilizaron autocorrelación espacial para modelar las densidades de acaros en 43 estados, para predecir el riesgo de transmisión de estas enfermedades y manejo de las poblaciones de estos vectores, al conocer que factores bióticos o abióticos las regulan. Con este trabajo se demostró la utilidad de incorporar análisis geoespaciales para estudiar epidemiología del País.

Ahora bien, sería interesante e importante aplicar la geoestadística en ecología de insectos en ecosistemas naturales. Los insectos son importantes en estudios evaluativos de diversidad, ya que su presencia puede correlacionar la presencia de otras razones o las condiciones de bosques (Oliver y Beattie 1996).

2.6. SCARABAEINAE INDICADORES DE BIODIVERSIDAD Y DE ALTERACION ANTROPOGENICA DE BOSQUES

Los escarabajos presentan arreglos espaciales diferentes según el tipo de bosque en que se encuentran, ya que algunos pueden ser muy sensibles o muy resistentes ante las distintas presiones ambientales o antropogénicas que existan. Esta es la característica que los define como herramientas indicadoras de tipos y condiciones de bosques (Walther y Fivola 1993).

A continuación se presentan las razones por las cuales se ha seleccionado a los Scarabaeinae como organismos indicadores, según Haller y Stone (1993):

1. Taxonomía y biología ampliamente conocida.
2. Fuente de reciclaje de materia orgánica. predominante en los bosques.
3. Método de captura fácil y barato.
4. Los ensamblajes cambian según el tipo y la condición de conservación del bosque.
5. Fácil identificación.

Los Scarabaeinae han sido ampliamente estudiados como organismos indicadores, pero aún no se han tratado sus patrones espaciales. Para la colecta de los **mismos** se usan principalmente trampas de boya separadas a diferentes distancias; que varían desde

17 metros (Klein 1989), 20 metros (Cano, 1998), 30 metros (Scheffler 1999), y 50 metros (Galante *et al* 1995; Assis *et al* 1999; Cell y Dinialos 1999), pero no se justifica el use de esa distancia.

~~Es muy interesante e importante conocer y comprender la variación espacial de este taxón, para unificar y estandarizar su método de colecta, ya que el mismo es importante en la evaluación y análisis de la biodiversidad y alteración antropogénica de paisajes modificados. Los mismos se han utilizado en programas de monitoreo a largo plazo, como el diseñado por Mendez (1997) en la Reserva de la Biosfera Maya.~~

3. JUSTIFICACIONES

La correlación espacial es una propiedad de los ecosistemas naturales que ha sido recién tomada en cuenta por la estadística aplicada a la ecología. Los estudios geoestadísticos de ecología de insectos que existen se han realizado principalmente en ecosistemas artificiales, por lo que es necesario transferir la aplicación en los naturales para analizar patrones espaciales.

Se ha mencionado que el método geoestadístico no es una tarea fácil, además que en los textos existentes no se describe con claridad el procedimiento para modelar patrones espaciales de variogramas o covarianzas espaciales, para realizar kriging y otras operaciones. Por tanto, se hace necesario aclarar el procedimiento para facilitar su aplicación en ecología.

~~Este trabajo de tesis demuestra como se pueden analizar y estimar distancias de muestreo y patrones espaciales de Scarabaeinae a través de la utilización de un método geoestadístico. Los resultados de este trabajo son importantes para comprender y conocer el por qué y el momento de la separación entre trampas, respondiendo una de las muchas preguntas sobre el muestreo de este taxón. Además se aclara como es el procedimiento geoestadístico para facilitar su aplicación en otros campos de la ecología.~~

~~Los resultados de este trabajo son importantes ya que contribuyen a la estandarización del muestreo cuantitativo de Scarabaeinae, lo cual puede ser útil en programas de monitoreo a largo plazo, como los propuestos por Mendez (1997) y Cano (1998); inventarios sistémicos; y en estudios secuenciales en el tiempo (e.g.: estacionalidad).~~

4. OBJETIVOS

GENERALES

1. Contribuir a la estandarización del muestreo cuantitativo de Scarabaeinae.
2. Implementar un método geoestadístico para ser utilizado en estudios ecológicos en Guatemala

ESPECIFICOS

1. Estimar con un método geoestadístico las distancias medias de trapeo y los patrones espaciales de Scarabaeinae.
2. Evaluar la distancia mínima de trapeo encontrada con las especies más abundantes ~~encontradas en el Parque Nacional Laguna Luján~~

5. HIPOTESIS

La distancia mínima de trapeo es menor que la mitad de la máxima distancia entre trampas en las rejillas del estudio. El patrón espacial de Scarabaeinae es amontonado debido a la correlación existente con su fuente alimenticia y a los elementos bióticos y abióticos de su hábitat.

6. MATERIALES Y METODOS

6.1. UNIVERSO DE TRABAJO

6.1.1. Escarabajos de la subfamilia Scarabaeinae

Se caracterizan por tener antenas de nueve o diez segmentos con un mazo de tres larnelas; mandíbula y maxila parcialmente membranosa; mandíbulas no visibles dorsalmente; pigidio expuesto, no cubierto por los elitros; mesosternum corno; coxas medias ampliamente separadas; espiniculos presentes en las membranas laterales del abdomen; tibias posteriores con un único espolón apical; uñas tarsales, cuando están presentes, son *sencillos* (Howdey y Young 1981, citado en Cano 1998).

Los Scarabaeinae están altamente relacionados a la fauna de mamíferos por la producción de excremento. Los escarabajos que utilizan excremento como fuente alimenticia, se les conoce como coprófagos, que además se sabe que utilizan el de aves, tortugas, lagartijas, sapos y serpientes, y en algunos casos caracoles. También los hay de hábitos necrófagos, que son los que utilizan exclusivamente cadáveres de animales. Los escarabajos coprófagos de la subfamilia Scarabaeinae son activos durante el día, al crepusculo o durante la noche según sea la especie (Cano 1998). Se sabe que en Guatemala estos organismos son ríes abundantes en época lluviosa, es decir de julio a noviembre; que en época seca, de diciembre a junio (Cano *com. pers.* 1999).

Estos escarabajos son colectados con trampas de hoyo, enterradas a nivel del suelo, colocando dentro de ellas del mismo suelo removido y el cebo, que puede ser excremento, para hábitos coprófagos; o carne para los necrófagos (Baffler y Elvin 1993).

6.1.2. Descripción de los lugares de estudio

6.1.2.1. Biotopo Chocón Machacas

Localizado en la ribera del río Dulce en el margen norte del Golfo de Amatique, en el municipio de Livingston, departamento de Izabal (Ver Anexo#1). Posee una extensión de 6,245 hectáreas, contando con un sistema de ríos, lagunas y canales en una zona plana inundable con pequeñas colinas kinticas. La temperatura media anual es de 27°C y la precipitación anual de 5,715 mm. La elevación varía de los 10 a los 280 msnm. Entre la flora existente están las acuáticas emergentes y sumergidas, además de manglares. Los suelos son calizos, poco profundos, mal drenados e inundados durante casi todo el año, considerados de vocación forestal, y clasificados como Acrisoles (Barrios 1995).

Su zona de influencia posee una población de 1,500 habitantes, entre k'ekchies, ladinos y garífunas. El uso actual de la tierra, comprende actividades agrícolas, cultivándose principalmente cacao, arroz, hule, café, pita y maíz. Las principales amenazas para el Biotopo Chocón Machacas, son la deforestación y la invasión ilegal de tierras. Actualmente es el Centro de Estudios Conservacionistas (CECON) de la Universidad de San Carlos de Guatemala, la institución administradora (Barrios 1995).

6.1.2.2. Parque Nacional Laguna Lachui

Pertenece al municipio de Cohan, departamento de Alta Verapaz (ver Anexo#1), y en conjunto con su zona de influencia suma una extensión de 42,000 hectáreas, de las cuales 14,500 hectáreas corresponden al Parque. Las formaciones geológicas presentan materiales calizos y dolomíticos y, solo en algunos sitios, se ha desarrollado sobre ellas un relieve kárstico. La región en general está constituida por sedimentos margos y cuencas

intermontanas de sedimentos terrestres. La fisiografía del lugar varía de los 180 a los 700 msnm, sobresaliendo principalmente cerros planos y relieves tipo colinas paralelas, respectivamente (Monzen 1999).

La laguna Lachuit tiene una extensión de 400 hectáreas, el río que la abastece es el Peyín, y los que la drenan son los ríos Lachui, San Zetoc y Del Altar. La temperatura promedio anual es de 25.3°C y la precipitación anual de 3,300 mm. **El Parque está** localizado en los bosques tropicales húmedos del norte de Guatemala, al igual que el Biotopo Chocón Machacas. Los suelos del Parque están desarrollados a partir de materiales calcáreos, desarrollados a elevaciones bajas y medianas. Son poco profundos, moderadamente bien drenados y con afloramiento de roca (Monzen 1999).

En la zona de influencia existen 49 asentamientos humanos, principalmente de etnia k'ekchi, con una población aproximada de 10,700 habitantes. En total son 15 las comunidades adyacentes que interactúan directamente con el Parque. Los cultivos que se practican en la región son el maíz, frijol, cardamomo (asociado con árboles nativos) y el arroz. La principal amenaza para el Parque es la deforestación, reportada a una tasa anual de 2.7%, de 1982 a 1990. La actual entidad administradora del Parque es el Instituto Nacional de Bosques (INAB) (Monzen 1999).

6.2. MEDIOS

6.2.1. Recursos Humanos

- Investigador: Br. Carlos **E. Avendaño M.**
- Asesores de investigación: Lic. **Enio Cano, M.Sc. e Ing. Agr. Samuel Córdova, M.Sc.**
- **Revisor de Investigación: Lic. Claudio Méndez.**
- **Auxiliares de Investigación: Br. Hector Bol, Br. Franklin Herrera, Br. Luisa Paredes, Sr. Domingo Caal, Sr. Rolando García, Sr. Andrés Rol, Sr. Ricardo Xol, Sr. Nary Cobos, Sr. Luis Martínez, Sr. Alfredo Caal, Sr. Pauline Baku, Sr. Estuardo Pérez, Sr. Carlos Mac, Sr. Víctor Choc y Sr. René Chen.**

6.2.2. Recursos Materiales

Instituciones:

- CECON (Centro de Estudios Conservacionistas). Facilitó el desarrollo de la investigación en el Biotopo Chocón Machacas, además del apoyo brindado por parte de los guardas recursos del mismo.

~~- Proyecto Lachud UICN-INAB (Union Mundial para la Naturaleza e Institute Nacional de Bosques). Apoye la inestigaciOn realizada en la comunidad de Rio Tzetoc colindante al Parque Nacional Laguna Lachuit.~~

Equipo:

- ~~- Trampas de hoyo tipo "A" (Haffner y Favila 1993) (15 cms. de alto por 11 ans. de diametro)~~
- ~~- Botes de almacenamiento de 30 ml.~~
- ~~- Alcohol al 70%.~~
- Pinzas entomologicas.
- Excremento vacuno.
- Pescado podrido.
- Programa de computaciOn geoestadistico GEO-EAS.
- Alfileres entomologicos.
- Brirjula
- Machete.
- Camara fotogrifica.

6.3. PROCEDIMIENTO

6.3.1. DISENO EXPERIMENTAL

~~Se analizaron los patrons espaciales de Scarabaeinae en dos localidades en dos épocas distintas. En el Biotopo Chocen Machacas en época sera, y en el Parque Nacional Laguna Lachui en epoca humeda. Estos dos lugares fueron escogidos per conveniencia, y Edemas per ester localizados en los bosques tropicales hiunedos del aorta de Guatemala. La variable respuesta que se utilize fue el niimero de especies por trampa de la subfamilia Scarabaeinae.~~

6.3.1.1. Biotopo Chocen Machacas, Izabal

El disefio consistie de una rejilla de 80 por 90 metros (7,200 metros²) fonnada por 5 transectos separados 20 metros. En cada transact^o se localizaron 10 trampas con separacion de 10 metros, hacienda un total de 50 trampas. La distancia maxima entre trampas en la rejilla fue de 120 metros, por lo que el valor minima de distancia minima de trampeo no podia ser mats de 60 metros.

6.3.1.2. Parque Nacional Laguna Litchi* Alta Verapaz

~~En este lugar la rejilla es de 90 por 90 metros (8,100 metros²) fonnada por 10 transectos separados 10 metros. Al igual que en el Biotopo Choc& Machacas, en cada transact() se localizan 10 trampas a 10 metros, siendo un total de 100 trampas. La distancia~~

maxima de trampas es de 127 metros, por lo que aqui la distancia minima de trampeo no podia ser mks de 64 metros.

6.3.2. COLECTA DE SCARABAEINAE

Los escarabajos colectados estén depositados en el Laboratorio de Entomologia Sis-tenuitica de la Universidad del Valle de Guatemala.

6.3.2.1. Biotopo Chown Machacas (BCM)

En este lugar se hizo el analisis de escarabajos coprofagos y necrofagos para el año ~~1998, utilizando para cada uno, como cebo, heces bovinas y pescado podrido, respectivamente. Las 50 trampas fueron cebadas a las 7:00 AM y colectadas a las 16:00, luego cebadas a las 16:30 del mismo dia y colectadas a las 7:00 AM del siguiente dia. La intencion de esta colecta fue para diferenciar habitos temporales. La cebada de trampas se hizo al azar entre las personas participantes. Las trampas fueron revisadas, y se cone el numero de especies para identificar localidades de amontonamiento de las rallas. Se decide unificar los resultados de los habitos temporales, ya que por separado poseian pocos datos.~~

Para el año 1997 se analizaron solo escarabajos necrofagos sin diferenciar habitos temporales. Los datos de coprofagos para el año 1997 fueron muy pocos para poder ser analizados.

6.3.2.2. Parque Nacional Laguna Lachue (PNLL)

Se sigue el mismo procedimiento, con la diferencia que aqui solo se analizaron escarabajos coprofagos, utilizando como cebo heces bovinas. Las trampas fueron cebadas a las 7:00 AM y colectadas al siguiente dia a las 7:00 AM. La cebada de trampas en los transectos tambien fue al azar para los participantes. El analisis se base solo en este habito alimenticio, ya que segun Cano (1998), este gremio presenta ensambles definidos, fides y significativos en los ecosistemas naturales, lo que es más ventajoso para el monitoreo de la ~~biodiversidad y de alteracion por causas antropogenicas. En el BCM se analizaron los dos~~ habitos alimenticios, ya que se contaba con los datos de ambos gremios. De igual manera se conto el numero de especies por trampa.

6.3.3. ANALISIS GEOESTADISTICO

El programa utilizado fue el GEO-EAS version 1.2.1., de distribucion libre por la ~~Environmental Protection Agency (EPA). Este programa es mencionado en diversas~~ publicaciones (Liebhold *et al.* 1991, Legendre 1993, Nelson *et al.* 1994, Nelson 1998) por lo que se cite conveniente y apoyado su uso GEO-EAS puede iniciarse desde Virmdowse,

y luego se opera a naves de menus. En este trabajo de tesis se calcule solo la COVES, ya que esti recomendada por Rossi et al (1991). El procedimiento utilizado en este estudio esti basado en el manual pare GEO-EAS version 1.2.1. editado por Englund y Sparks (1991) y en la pagina de interne* [http:// arie.eijrcit/ai-geostats.htm](http://arie.eijrcit/ai-geostats.htm).

6.3.3.1. Ingreso de Darin

Los archivos de datos pare GEO-EAS deben tenet la extension .DAT, pero pueden crease con cualquier editor de texto, como **IXI at NOTEPADOI**. El format() que at sigui6 fire el siguiente:

LINEA 1 — *Thula*

~~Este linea puede contester hasta 80 caracteres.~~

LINEA 2 — *Abimero de variables*

Aqui se le dice al programa Qantas variables hay en el archivo (limite de 1000).

LINEA 3 — *Nombre de variables y unidades de medida*

~~El nombre puede carper los primeros 10 caracteres, los siguientes del 11 al 20 son pant unidad de medida. Se usa una lines por variable. Cuando se usa una rejilla, la primers variable debe ser X o el eje horizontal, y la segunda Y o el vertical, seguidas ambas de sus unidades de medida, es deck metros, pies, kilOmetros, etc. Tambien pueden ingresarse coordenadas geograficas o UTM. Las siguientes lineas son pare las medidas hechas, individuos, especies, cantidades,etc.~~

LINEA 4 — *Marriz de datos*

~~Las columnas representan a las variables segim el orden at el que at colocaron con anterioridad. La primers columna corresponded entonces al eje X y la segunda al eje Y de una refine. Las localidades de estos dos ejes, en las siguientes filers, son las coordenadas de cada nodo de la refills. Las siguientes columnas son ~~just~~ valores encontrados at esas coordenadas. Esta matriz puede construirse at formato fibre, es decir, que se puede dejar cualquier separaciOn entre columnas, siempre que sea constante. En las localidades donde no se hayan obtenido datos, en vez de colocar un cero, se coloca I.E31, lo cual es una notacion cientifica pare un I seguido de 31 ceros.~~

~~Despues de esto se guarda y se Berra. Luego se inicia GEO-EAS y se procede al siguiente paso, el anilisis exploratorio de datos.~~

6 3 3 2. Analisis Exploratorio de Datos (AED)

a) GEO-EAS cuenta con un sistema de programas, siendo STAT1 el que realiza un AED de estadística univariada. media, varianza, desviación estándar, coeficiente de variación, sesgo y kurtosis. Adonis indica los percentiles de los datos.

b) Los análisis de correspondencia, de "cluster" y de varianza, son necesarios cuando existen varias variables de distinta naturaleza, para comprender y visualizar la relación entre las mismas. ~~En este caso se contó el número de especies de Scarabaeinae per tramper por lo cual fueron necesarios solo los widish mencionados en el primer pan afo_~~

6 3.3.3. Construcción de la Covarianza Espacial

6.3.3.31. Subprograma PREVAR

Es necesario calcular el número máximo de parejas posibles de los datos antes de calcular la COVES. Esto se realiza con el programa PREVAR, donde se ingresa en FILES el nombre del archivo (extensión .TXT), luego se selecciona EXECUTE para que sean calculadas las parejas. Aquí se construye un archivo de parejas a comparar ("pair comparison file") con extensión .PCF, el cual se usará en el programa VARIO. La FRACTION y SEED son valores estándar que PREVAR calcula.

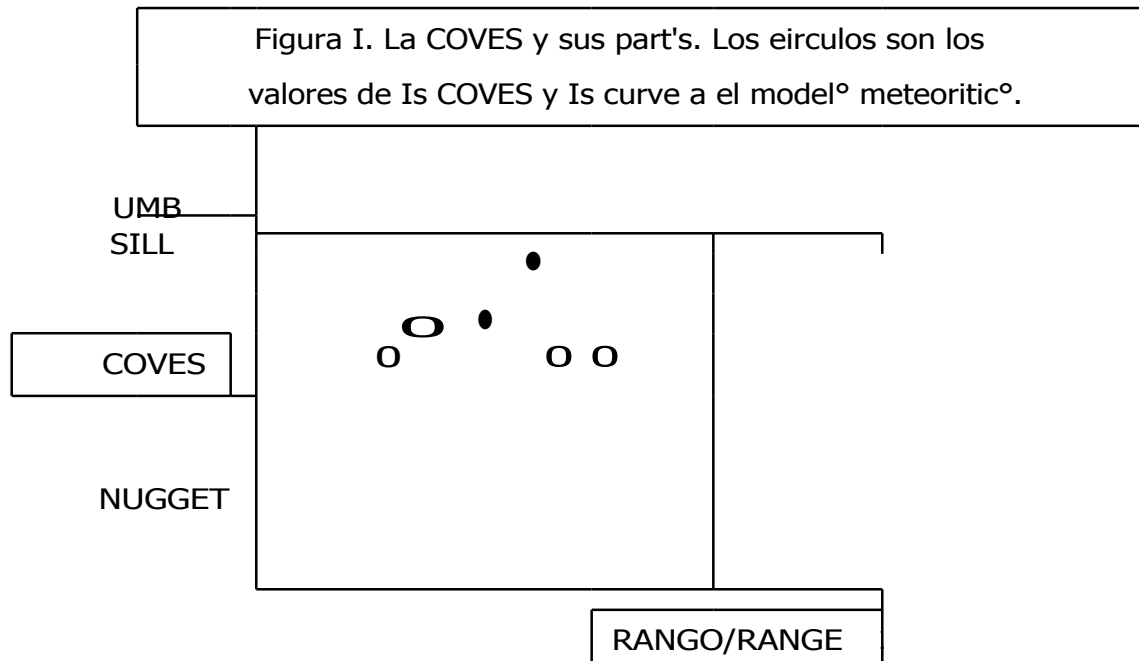
6.3.3.3.2. Subprogramas VARIO

a) Aquí se ingresa en DATA el archivo .PCF, luego se selecciona OPTIONS/EXECUTE para proceder a la siguiente pantalla, donde se indica en la parte superior, el nombre de la variable y su valor mínimo y máximo. También el archivo PCF y la distancia mínima y máxima entre localidades.

b) Se selecciona DIRECTION para determinar si los valores se distribuyen de distinta manera en distintas direcciones (anisotropía) o no (isotropía). Si se utiliza una COVES omnidireccional, la DIRECTION debe ser 0, la TOLERANCE 90.00, y MAX BANDWIDTH se deja MAX con selección estándar. Ahora para los direccionales se utilizan cuatro direcciones: 0, 45, 90 y 135, las cuatro con un TOLERANCE de 22.5. (Liebhold et al 1991). En total se pueden obtener 5 COVES.

c) LAG SPACING se refina al espacio entre intervalos (localidades), el mínimo (MINIMUM) debe ser 0, el máximo (MAXIMUM) debe ser la mitad de la distancia máxima entre intervalos. El INCREMENT es la distancia que se usa para comparar

intervalos en parejas, dentro del rango de MINIMUM Y MAXIMUM. El INCREMENT se recomienda sea el valor mícimo dividido 10 veces. Estos valores se seleccionan en NEW LAGS. Si la COVES no tiene la forma convencional (Fig.1) se deben probar distintos valores de INCREMENT, hasta obtener la mejor forma. En la pantalla RESULTS se puede observar en PLOT la COVES obtenida.



d) Después de determinar el LAG SPACING, solo hay que cambiar la DIRECTION para observar las demits curves. Es recomendable construir primerº is COVES omnidireccional, para modeler sobre eh, is curva (modelo matenuitico) que mejor se ajuste a is disposiciOn de los valores. Para probar a modeler se selecciona EXECUTE. Dicho ajuste se hace "al ojon, ya que GEO-EAS 1.2.1. no estima el mejor ajuste de las curves (Liebhold g al 1991).

e) En la 'Sin RESULTS hay que asegurarse que en TYPE estí seleccionado como estimador (ESTIMATOR) INV COV (COVES). Luego se selecciona MODEL, y en la siguiente pantalla otra vez MODEL. NUGGET se refiere a la intercepciOn de la curve en el eje Y, TYPE al modelo matemeticO que mss se ajuste a los datos, SILL al valor en Y donde la curve se nivela y RANGE al valor en X donde se encuentra SILL. Este operaciOn es manual, uno Mario debe ingresar los datos calailados que se observen en PLOT, hasta lograr la mejor curve de la COVES_____

t) De este manes se calcula el RANGE que es la distancia minima de trampeo, el SILL es el valor aproximado de la varianza poblacional y el NUGGET es el error de

muestreo. Hay que calcular el RANGE para las COVES direccionales tomando note de los mismos, identificando el RANGE mayor, ya que puede ser CO pan realices el "krigging".

g) Si las COVES direccionales no se ajustan *en nada* a la estructura omnidireccional de la COVES, significa que existe anisotropia en los datos, de lo contrario los mismos son isotropicos.

h) Hay que tomar en cuenta la existencia de datos sesgados ("outliers") en la forma del variograma y de la COVES, ya que los mismos pueden producir el estado de RANGES no convenientes.

6.3.3.4. Verificaci3n con Validez *Crunda*

a) Con esta tecnica, en el programa XVALID, se evalua la validez de una COVES (o de cualquier otra estructura especial) por medio de un "krigging" en cada localidad con todos los demis valores y compare do los valores estimados con los verdaderos de las localidades. Con XVALID se pueden detectar valores sesgados u "outliers". Este programa proporciona las bases y las considerations necesarias para realices el mcdor "krigging" en el programa KRIGE

b) En DATA se ingresa el archivo .TXT, des/was se puede elegir la variable para realices el "krigging" en VARIABLE TO KRIGE. Al seleccionar OPTIONS/EXECUTE se procede a realices la validez cruzada

c) Se selecciona en TYPE el tipo de "krigging" que puede ser SIMPLE, cuando se asume un promedio global constante para todos los datos; u ORDINARY, cuando no se asume dicho promedio sino se usan los valores vecinos para la estimation. El POINT "bigging" estima valores para un punto determinado, basado en valores =camas; y el BLOCK para un area que puede cubrir desde 2x2 hasta 4x4 puntos cecinas. Se consideren para Scarabaeinae utilizar ORDINARY, asi el "krigging" se neva a cabo con valores cecinas sin asumir un promedio global; y POINT, para estimar nieces para puntos especificos.

d) En SEARCH se determinan los radios del area de bilsqueda en R MAJOR y R MINOR, para procurar por lo menos 8 localidades vecinas a compares, si se conocen miles valores, sera mejor la estimaci3n. Si los radios se consideran iguales el area sera circular. ANGLE indica la distancia en km del area de bilsqueda, que en caso sea circular, el valor de ANGLE es ignorado. En MIN DIST se ingresa la distancia minima de la localidad estimada hacia las localidades cecinas, debe ser mayor que 0, de lo contrario no se utilizaran valores vecinos. DISTANCE TYPE (tipo de distancia) puede ser EUCLIDEAN (distancias fisicas) o VARIOGRAM (variograma), basandose esta ultima en la distancia obtenida en MODEL de VARIO. Con NUM SECTORS se especifica el numero de sectores en que se dividira el area de bilsqueda, las options son 1 (el estandar), 4 y 8. NUM SECTORS combined con MAX.PTS/SECTOR determinan el raiment **Mid=** de

localidades usadas para el "kriging". En MIN. PTS TO USE se recomienda dejar I ~~localidad por lo menos para usar ya que si existen menos localidades de las seleccionadas,~~ no se realizará el "kriging". EMPTY SECTORS es la (función de tolerancia para sectores vacíos del área de búsqueda. Si hay más sectores vacíos que lo especificado, no se realizará el "kriging". Si se escogió en NUM SECTORS ≤ 1 , automáticamente los sectores vacíos (EMPTY SECTORS) se quedan como 0.

e) Se ingresan los valores del modelo encontrado en VARIO, en MODEL. Luego se selecciona EXECUTE para proceder a validar. Al validar aparece un mapa del "kriging" realizado en la rejilla, donde en la esquina inferior derecha se indica en N, el número de localidades utilizadas en el "kriging". Si el N es muy bajo (menor de 8), es necesario aumentar el radio mayor del área de búsqueda.

f) En DEBUG se indica que presionando las teclas CAPS LOCK o BLOQ MAYUS, y luego seleccionando EXECUTE se puede observar el mapa de la rejilla con el área de búsqueda para verificar si existen por lo menos 8 localidades dentro del área. Gracias a esto se puede determinar el mejor tamaño de los radios. Al presionar NUM LOCK o BLOQ NUMBER, y SCROLL LOCK o BLOQ DESPL, se pueden observar los resultados del "kriging" para cada localidad. Esto se desactiva, al presionar de nuevo las teclas.

g) En la selección ERROR MAP se indican a través de X las localidades con valores negativos y con + valores sobre-estimados. El número de X y de + son proporcionales al error. Ya conociendo que localidades presenten valores sesgados se pueden calcular nuevos variogramas y COVES sin esos valores, para comprobar si se pueden obtener otros rangos. SCATTER PLOT e HISTOGRAM son gráficos útiles para observar los valores positivos y negativos estimados. Después de haber la validación adecuada, y conocer mejor el comportamiento de los datos, ya se puede proceder al programa KRIGE.

6.3.3.5. Interpolation con "kriging"

a) Se realiza con el programa KRIGE, iniciando con la selección de OPTIONS/EXECUTE para ingresar en DATA el archivo .TXT. En TYPE, como se orthonormal en el peso c) de validez cruzada, se puede escoger el tipo de "kriging", que puede ser ORDINARY o SIMPLE. Fue mencionado que para este trabajo se utilice ORDINARY y POINT "kriging".

b) En GRID se especifican las variables de la rejilla (VARIABLE), las coordenadas de origen (ORIGIN), el espacio entre localidades (SPACING) y el número de localidades por fila (NUMBER).

c) "kriging" estima valores de puntos determinados basados en valores vecinos, y a través de SEARCH que se delimita el área de búsqueda. Los valores que se utilicen en SEARCH, son los determinados en XVALID.

d) En VARIABLES/MODELS se escoge la variable para estimar en NEW VARIABLE y se introducen los valores encontrados en VARIO para NUGGET, TYPE y SILL. Para MAJOR RANGE y MINOR RANGE se colocan los valores maximos y minimos respectivos de Radio mayor y menor determinados en XVALID

e) En EXECUTE se realiza el "krigging", y aparece una mapa de colores con los valores estimados para toda la rejilla. Abajo del mapa aparece N (numero de localidades utilizadas en el "krigging"), si es menor que 8 debe procurarse un area circular mayor, aumentando el radio mayor. Despues de realizar el mejor "krigging", los resultados se guardan con la extension .GRD.

0 Al acabar esta operation se regresa a la pantalla KRIGE para guardar los parametros encontrados en SAVE PARAMETERS.

6.3.3.6. Realización del Mapa Contorneado

a) En DATA se ingresa el archivo con extension .GRD, luego se escoge la variable para ser contorneada en el mapa en CONTOUR VARIABLE. Al seleccionar EXECUTE se procede a guardar el mapa con la extension MET, y ya aparece en la pantalla el mapa contorneado basado en el "krigging".

b) Hay una función para afinar el mapa contorneado CONTOUR OPTIONS donde se puede escoger el tamaño de los digitos, que tan pronunciados los contornos, etc.

6.3.3.7. Distancia Minima de Trampeo y Patron Especial de Scarabaeinae.

Esta distancia es igual al rango (RANGE) minimo que se encuentre en la COVES modelada. La diferencia entre el umbral (SILL) y el efecto pepita o error de muestreo (NUGGET) determine la varianza poblacional. El mapa contorneado diseñado revela el patron especial de Scarabaeinae.

6.3.4. NUMERO DE TRAMPAS PARA SCARABAEINAE

Para estimar el numero de trampas necesarias en un programa de monitoreo, en un inventario sistematico o en estudios ecologicos, en los muestreos realizados en las diferentes rejillas del estudio (BCM y PNLL), se elaboraron gráficas de especies nuevas acumuladas por trampa. El numero de trampas determinados con estas gráficas, podrian separarse a la distancia minima de trampa encontrada.

7. RESULTADOS

~~Las especies encontradas en el BCM en junio de 1997 fueron 18, con 127 individuos; y 20 en junio de 1998, en 50 individuos. En el PNLL se han encontrado 34 especies, de septiembre de 1998 a junio de 1999 (Obs. Pen). En la totem realizada en septiembre de 1999, se encuentre una nueva especie pan el inventario, que aim esti bajo revision.~~

~~En el BCM, de las 18 especies de escarabajos colectadas en junio de 1997, 7 fueron necrefagas (89 individuos); y de las 20 de 1998, 15 fueron necrefagas (98 individuos), 11 coprofagas (50 individuos) y 8 generalistas. En el PNLL se colectaron en septiembre de 1999, 14 especies (y una de identificaci3n bajo revision) (260 individuos) de escarabajos coprefagos. Como se mencione, el Miler° de especies por trampa fue la variable respuesta para este trabajo, la cull' se analize con el m3todo geoestadistico para el BCM y el PNLL~~

~~En los tres grupos de dates del BCM no se observe nunca un grupo de especies abundantes, sine siempre solo una dominante. En el PNLL, per lo contrario, si se observe un grupo de especies abundantes (6 de 14), per lo que se analizaron geoestadisticamente, pan detenninar la distancia minima de trampeo que podria ser Mil en un monitoreo, ya que come se menciona, en dicha accien, deben tomarse en cuenta especies raciles de colectar (Mendez 1997).~~

Los resultados de este trabajo de investigaci3n se presentarin paso per paso segim el prodecimiento de analisis geoestadistico que se siguio.

7.1. Ingres° de Dates

~~Se crearon dos archives en NOTEPAD®, uno pan cada localidad: CHOCON.TXT, para el Biotopo Chocen Machacas; y LACHUA.TXT. El formate de los archivos se presenta en el anexo #2, pan el Biotopo Chocen Machacas (BCM); y en el anexo #3 para el Parque Nacional Laguna Lachuti (PNLL) Pan las 6 especies mss comunes en el PNLL se utilize el mismo archivo, LACHUA.TXT. En estos formatos se indican los resultados de nOmeros de especies de Scarabaeinae per trampa.~~

7.2. Anilisis Exploratorio de Datos

Con STAT1 se calculi:5 estadistica univariada para ambas localidades, para cada variable: media, varianza, desviacien estindar, coeficiente de variacien, sesgo, kurtosis y percentiles; ademis de histograms y grificos de probabilidad.

Los resultados de STATI para el BCM se presentan en el anexo #4, y para el PNLL en el anexo #5.

En el BCM los datos pan necrefagos de 1997 presentaron una varianza de 0.35 (coeficiente de variation de 40.25%); para coprofagos de 1998, de 1.04 (56.54%); y pan necrefagos de 1998, de 0.3 (41.47%). En el PNLL, los coprefagos presentan una varianza de 0.991 con un coeficiente de variation de 53.83%. Las especies abundantes en el PNLL presentaron una varianza de 0.58 (47.06% de coeficiente de variation). Los valores de varianza calculados en STATI fueron considerados para ser comparados con el valor de "sill", o varianza poblacional, de las COVES calculadas para cada grupo en ambos lugares.

7.3. Construcción de la COVES

En PREVAR se ingresaron CHOCON.TXT y LACHUA.TXT para generar CHOCON.PCF y LACHUA_PCF, para los que se generaron 1225 y 4950 parejas para comparar en VARIO, respectivamente. VARIO tiene un límite de 2000 parejas, así es que para LACHUA.TXT se tomaron solo las primeras 2000.

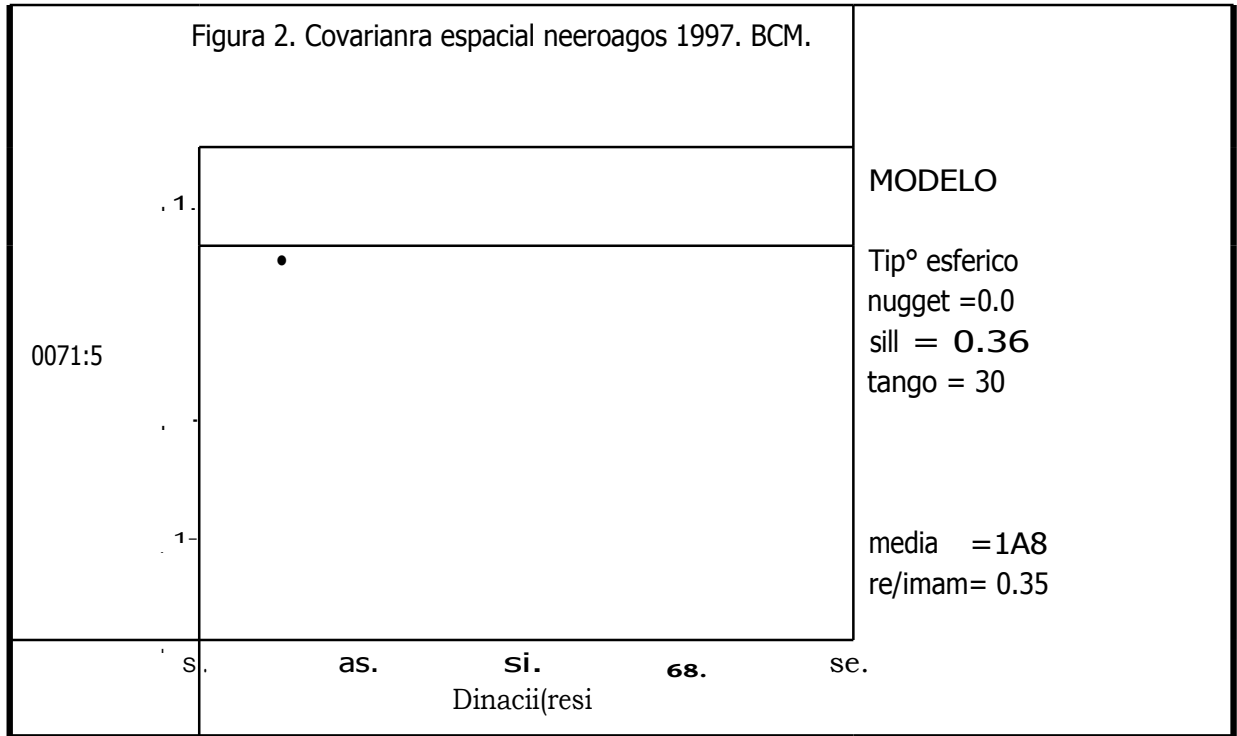
En VARIO se contruyeron COVES, omnidireccionales y direccionales (0°, 45°, 90° y 135°, tolerancia de 22.5°) para CHOCON.PCF y LACHUA.PCF. Estos son los resultados para la COVES:

Tabla.I. Resultados de la COVES en VARIO para CHOCON.PCF.
VARIABLE = Necrofagos 1997

Estructura Es	Separation de intervalos / LAG SPACING metros				Modelo / MODEL			
	COVES	Mu	Max	Theta	Sipe	NMet	Sill	Range
Omni	0	60	18		Esferico	0.0	0.36	25 mts
Directional	Una N significa que no se ajuste al omnidireccional, una S que si.							
0°	0	60	18		Esferico	0.0	S	S
45°		60	18		Esferico	0.0		N
90°	0	60	18		Esferico	0.0		N
135°	0	60	18		Esferico	0.0		N

La COVES determine un rango de 25 metros para los escarabajos necrofagos de 1997 (Tabla #1). La varianza poblacional es de 0.36 (STATI = 0.35). La existencia de anisotropia en los datos se observe en las direcciones de 45°, 90° y 135°. En la estructura de la COVES se observe un valor cerca de 0.4 a una distancia de aproximadamente 10

metros, el cual no se tomaba en cuenta en el modelaje esférico, ya que se consideró como un valor sesgado (Figura #2).

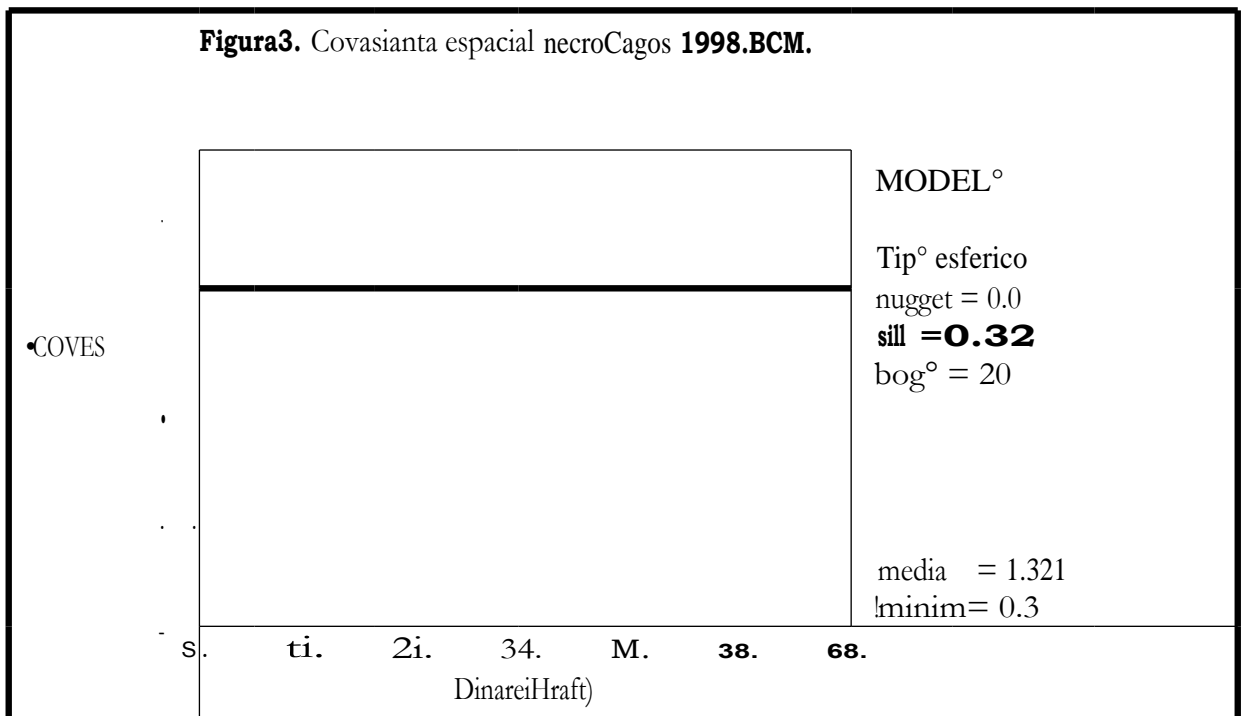


En la tabla #2 se observa que la COVES determina para los escarabajos necrófagos un rango de 20 metros (Figura #3), y una varianza de 0.32 (STAT1 = 0.3). La anisotropía se detectó en todas las direcciones, excepto en 135°.

Tabla.2. Rem,Rados de la COVES en VARIO pars CHOCON.PCF.
 VARIABLE = NecrOtagos 1998

Estructura	Separation de intervalos /			Modelo / MODEL			
Eapacial	LAG SPACING (metros)						
coves	f so.	Max	Imre=	Ti	NN	Sill	Ramo
Omni	0	60	22	Esfenco :	0.0	0.32	20 m
Directional	This N signifies i ne no se a nate al omnidireccional, Dna S que Si.						
0°	0	60	22	i Esfirico :	0.0		
45°	0	60	22	L Esanco	0.0	N	L N
90°		60	22	i Esfilrico	0.0		t N
135°	0	60	22	L EsfOrico	0.0		L S

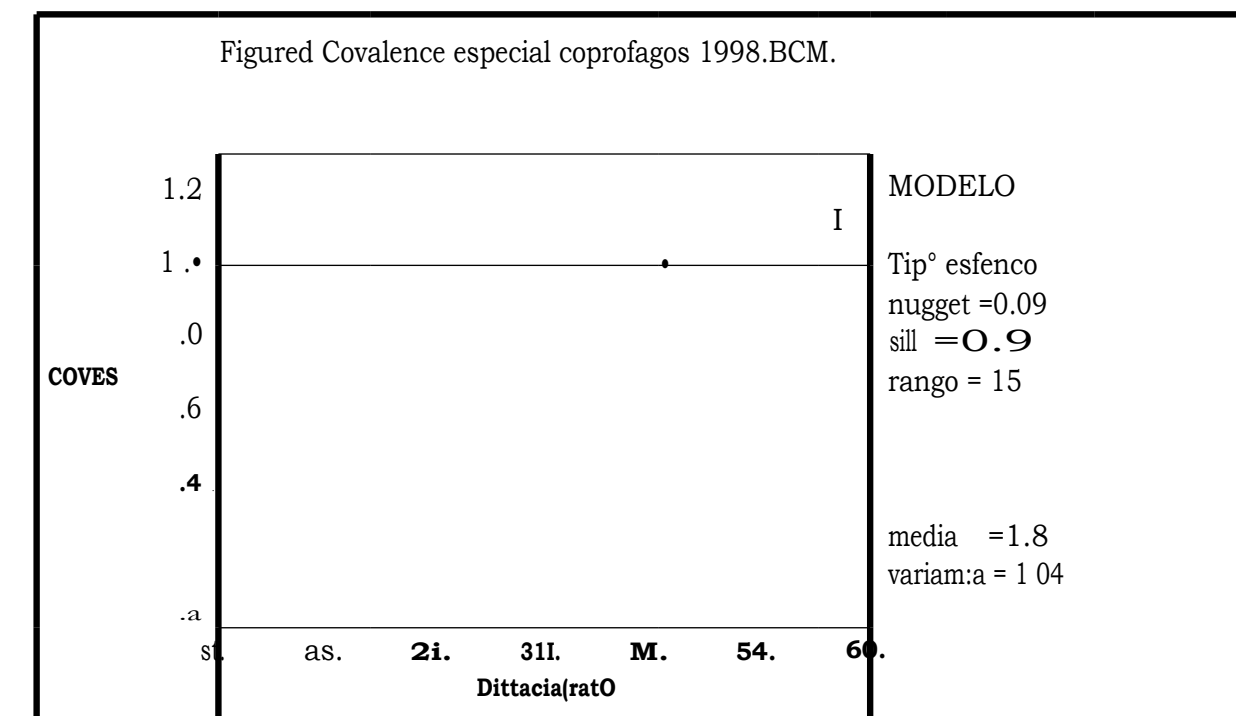
Figura3. Covasianta espacial necroCagos 1998.BCM.



La COVES determine un Tango de 15 metros (Tabla #3) pare los escarabajos coprOfagos de 1998 (Figura #4). El sill fue de 0.9, y el nugget de 0.09, lo que da como varianza poblacional, 0.8 (STATI = 1.04). Los datos resultaron see anisotrOpicos, en 0°, 45° y 90°, excepto en 135°.

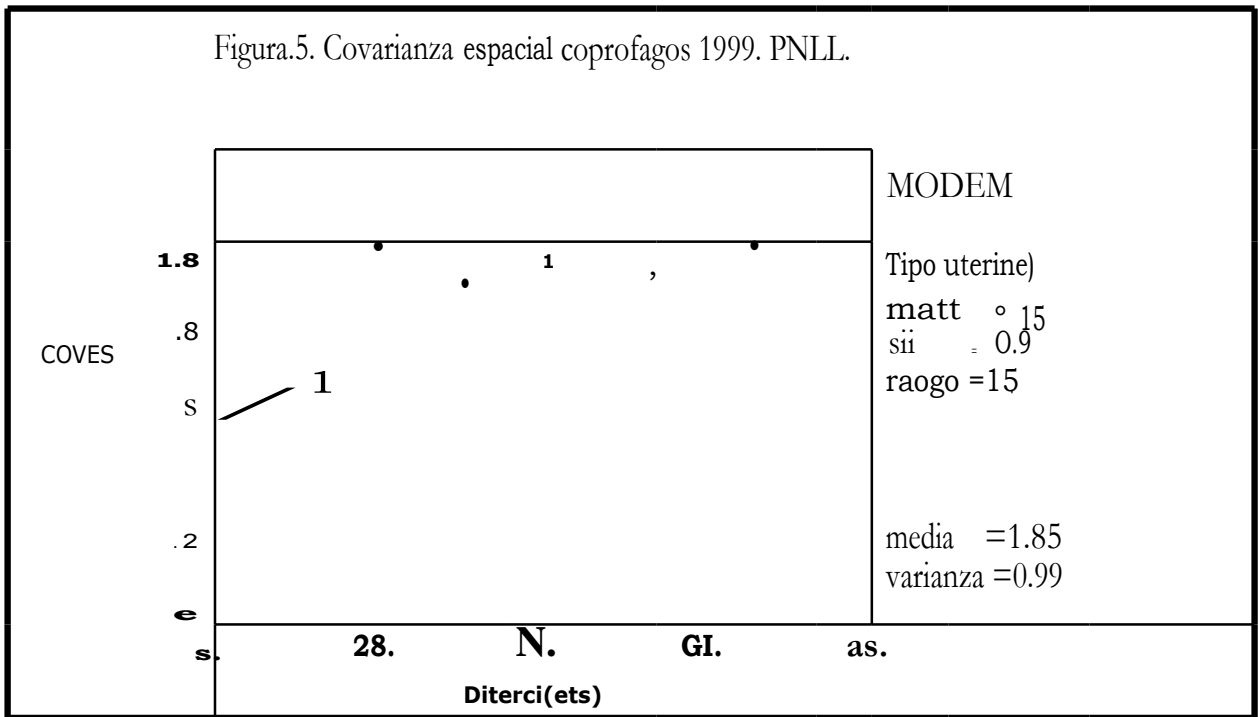
Tab14.3. Resultados de le COVES en VARIO pars CHOCON.PCF.
VARIABLE = Coprefsgos 1998

Estructure Especial	Separacitm de imervalos / LAG SPACING (metros)		Modelo / MODEL			
COVES	Mils	lanes	TI	N	Sill	Range
Omni	60	16	Esferico	0.0	0.9	15 m
Directional	Una N I ifiCA pie no se ajust6 al omnidirecional, una S gut sL					
0°	0	60 1 16	Esferico	0.0	N	N
45°		60 11 16	Esferico	0.0	N	N
90°		60 11 16	Esferico	0.0		N
135°	0	60 16	Esferico	0.0		S



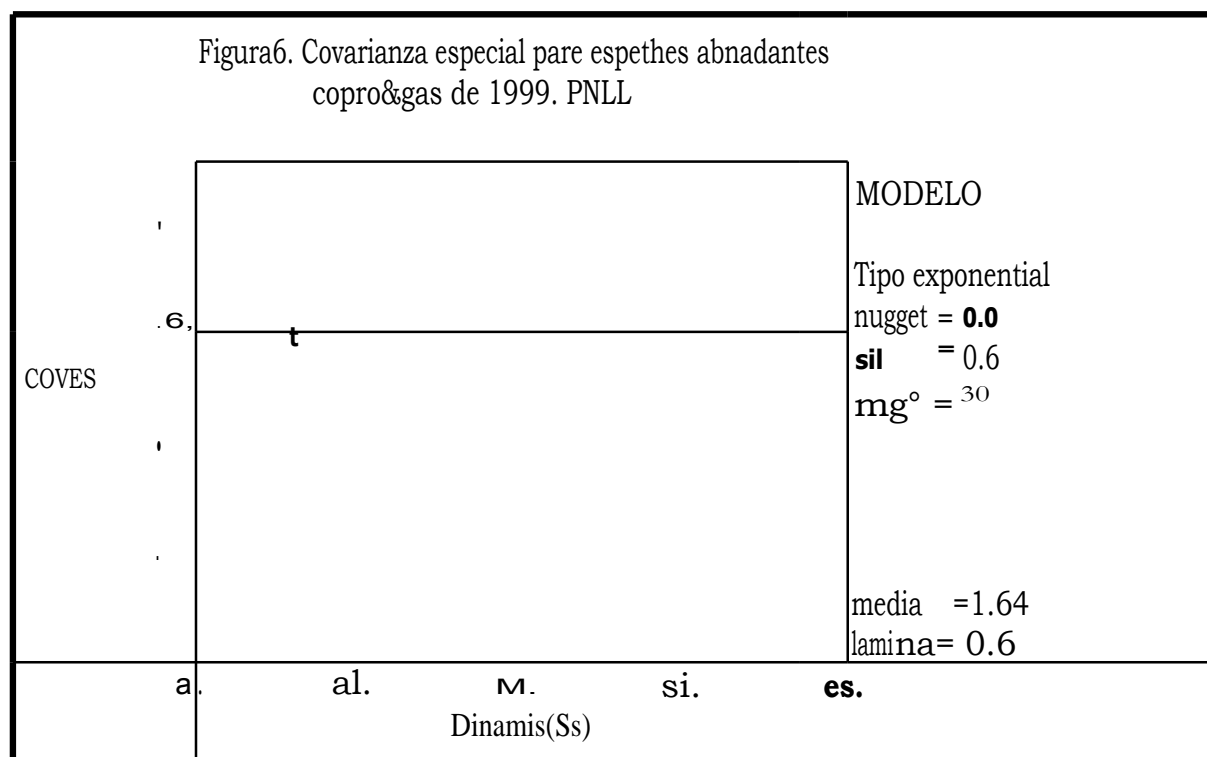
Los datos de coprelagos de 1999 del PNLL (Table #4) indices) un rango de 15 metros (Figura #5). Se observe anisotropia en todas las directions, menos en 0°. La variance poblacional con la COVES es de 0.9, muy parecida a la de STAT1 de 0.991.

Tabia4. RemRados de la COVES en VARIO pars LACHUA.PCF. VARIABLE = C riga gos 1999							
Estructora Es *SI	SeparatiOn de intervalos / LAG SPACING metros			Modelo / MODEL			
COVES	11111111	64	12	Esfirico	0.15	0.9	15 m
Omni	0	64	12	Esfirico	0.15	0.9	15 m
Directional	Una N. signifies que no se ajustO al omaidirecionalS una Sgue a						
0°	0	64	12	Esfetico	0.15	S	S
45°	0	64	12	11111111	0.15		N
90°	0	64	11111111	S	0.15		
135°	0	64	12	Eaffrico	0.15		



La distancia minima calculada foe de 30 metros (Table #5) y el valor de la varianza poblacional file de 0.6. igual que la calculada por STATI. Los datos Mann anisotropicos. En la estructura de Is COVES se observó un valor sesgado, cerca de 0.6 y a una distancia de 10 metros aproximadamente, el coal no se tome en cuenta pare el modelaje de In curia' exponential (Figura 16).

Tabla-5. RentRados de la COVES ea VARIO pare LACHUA.PCF. VARIABLE = 6 a ...: - abundantes de PNLL 1999							
Estructura	Separaci6o de intervalos i LAG SPACING metros			Modelo / MODEL			
COVES	Mil			InriCrr	sw	EM	
Omni	0	64	17	O=1.11	0.0	0.6	30m
0°		64	17	Esfrico	0.0	N	
45°	0	64	17	Esferico	0.0	TN	N
90°	0	64		Esferico	0.0	S	S
135°				Ethic°	0.0	S	S



7.4. VerificaciOn con Valdez Coeed*

En XVALID se **ingresaron** los datos del BCM y del PNLL encontrados en el modelaje en VARIO, pare realizar el "trigging". En la siguiente table se presentan los valores ingresados en SEARCH pare todos las variables del 13CM y del PNLL. Pam todos

se consider() el nUmero de sectores (NUM SECTORS) como 1, pan que fuera tin area de bisqueda Unica, pan simplificar el proceso de "krigging" Por to tanto los EMPTY SECTORS son 0 El radio mayor del area de bizqueda se tome como la mitad de la distancia maxima de la rejilla (60 metros pan el BCM, y 64 metros para el PNLL), y el menor como los rangos encontrados en VARIO en las COVES omnidireccionales. Para la distancia minima de comparaciOn (MIN DIST) se utilizO el rango menor encontrado para cads variable.

Luego se generaron mapas de "I:rigging' para cads variable, y despues de esto se pudo observar el mapa de errores (ERROR MAP) de valores sesgados en la rejilla. Estos valores no se eiiminaron de la raja ya que los mismos por trampa eran pocos, por lo que no convenia retirarlos. En la table #6 se presentan los valores seleccionados para XVALID

Tabla.6. Valores de XVALID pant COVES de CHOCON.TXT y LACHUA.TXT								
Options pan realism S "bagging"								
Variable	Estructura es . acial	IL Ma or		Min. Dist.	ll sectores	Max.pts	Min.pts.	
Necro 97 BCM	COVES.			25	1	24		I
Necro 98 BCM	COVES	60	20	20	1	24		I
Copro 98 BCM	COVES	60	15	15	1	24		
Copro 99 PNLL	COVES	64	15	15	1	24		I
Especial abundantes 99 PNLL	COVES	64	30	30	1	24		I

Con el "krig.gine en XVALID se proanO que en cat variable se compararan por lo menos 8 localidades, pan reafizar el mayor proceso de interpolaciOn.

7.5 Interpolación con "kriging".

Los valores del modelo de la COVES y los determinados en XVALID, se utilizaron para realizar el "kriging", y así poder generar los mapas contorneados para cada variable. En la tabla #7 se presentan los valores utilizados en el programa KRIGE.

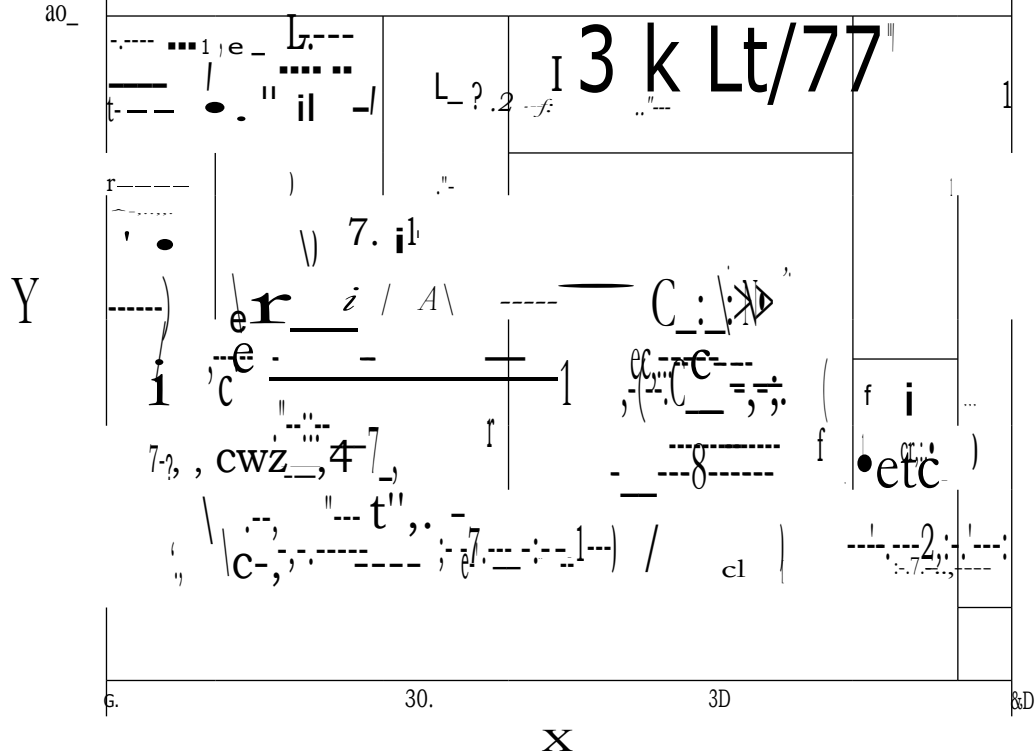
Valores de KRIGE con los datos de Winn del BCM PNLL					
Variable			IL Mellor		Iblimpts.
Necro 97 BC14I	COVES	r	25		
Necro 93 BCM	COVES	t	20	24	1
Copra 98 BCM	COVES	l		24	1
Co ro 99 PNLL	COVES			24	1
Sppabundstates Co . ro 99 PNLL	COVES				

A pesar de haber usado el radio mayor de búsqueda como la mitad de la distancia máxima de las rejillas, y habiendo comprobado en XVALID que en KRIGE a veces se usan menos localidades para comparar que las usadas en el "kriging" en XVALID. Para coprofagos de 1998, necrofagos de 1997 y de 1998; en XVALID se había determinado como radio mayor 60 metros, pero en KRIGE se tuvo que usar 70 para obtener un mejor "kriging".

7.6. Realización del Mapa Contorneado

A continuación se presentan 5 mapas contorneados de todas las variables estudiadas. Para cada una se realizaron mapas contorneados según la COVES.

Figura.7. Mapa contomeado de escarabajos necrofagos de 1997 del Biotopo Choc on Machacas. X y Y estan en metros. H significa el valor mayor, y L el menor.



El patron espacial de especies necrofagas de 1997 en el BCM, observado en la Figura #7 es amontonado. La distancia aproximada entre los aunntonamientos que se observe, es igual al rango minimo encontrado con la COVES.

El patron especial (Figura #8) de especies neon:Wages de 1998 en el BCM, fue amontonado, y se puede obsevar que las especies estan menos aglomeradas que las del atio 1997. Tambien el patron de especies coprOfagas de 1998 del BCM (Figura #9) y de 1999 del PNLL (Figura #10) fue amontonado, presentando los aglomerados separados aproximadarnente la distancia de rango minim° encontrada con la COVES. El mapa contomeado generado pars las especies comunes del PNLL (Figura #11), fue muy parecido al de todas las especies, solo que este present6 aglomerados menos densos y un menor Munero de ellos.

Figura 8. Mapa canto/need° de escarabajos necrofagos de 1998 del Biotopo Chocon Machacas es. X y Y estan en metros. H significa at valor mayor, y L el menor.

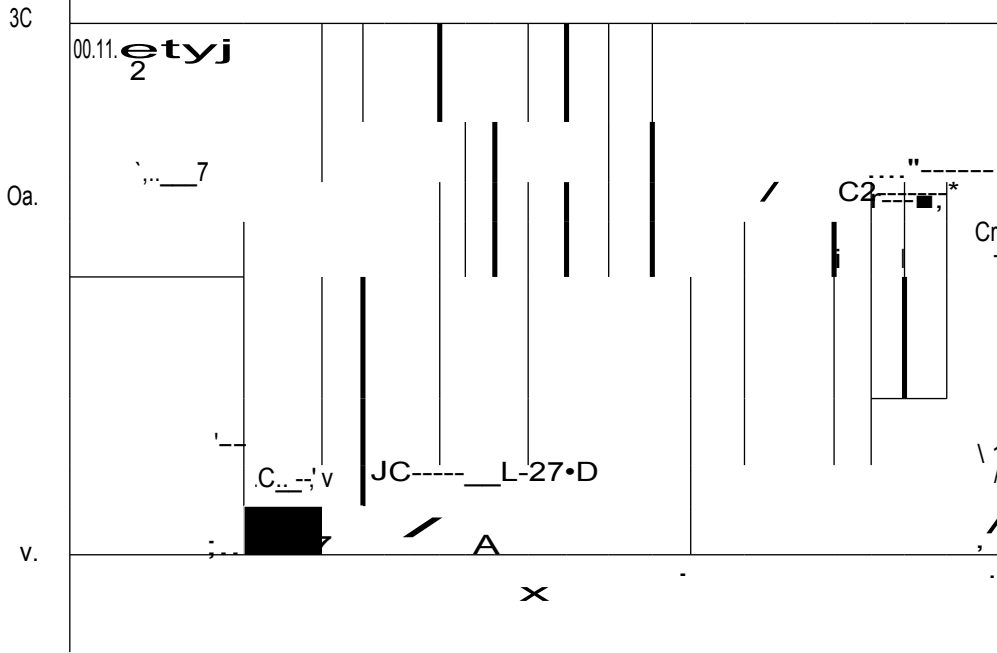
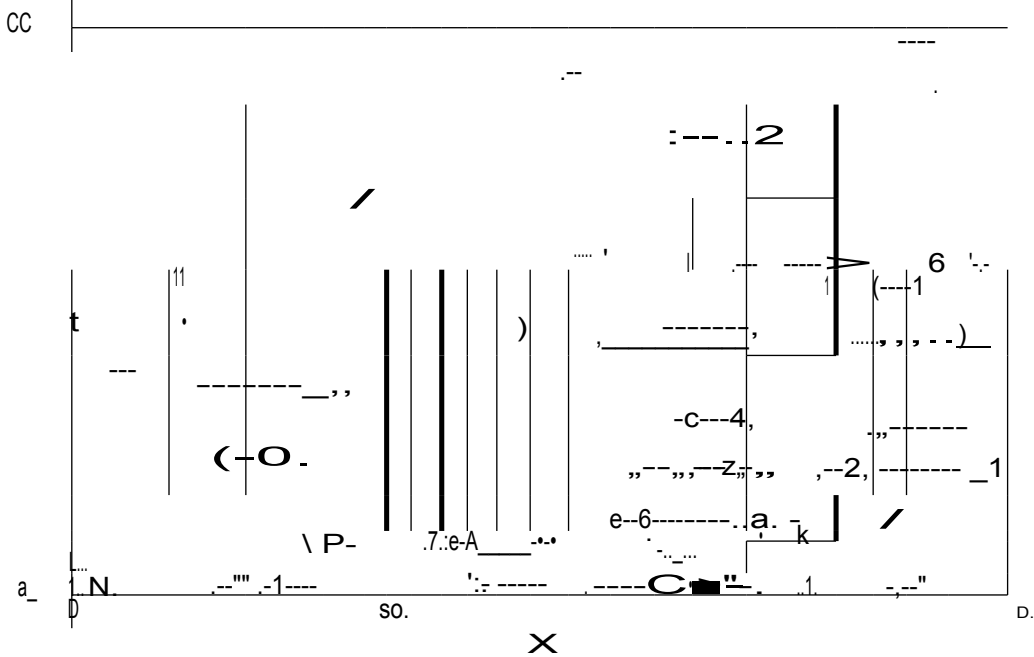


Figura.9. Mapa contorneado de escarabajos coprofagos de 1998 del Biotopo Chocon Machacas. X y Y estan en metros. H significa at valor mayor, y L el menor.



Figural°. Mapa contomeado de escarabajos coprofagos de 1999 del Parque Nacional Laguna Lachua.. X y Y esters en metros.!-1 signific a el valor mayor, y L el menor.

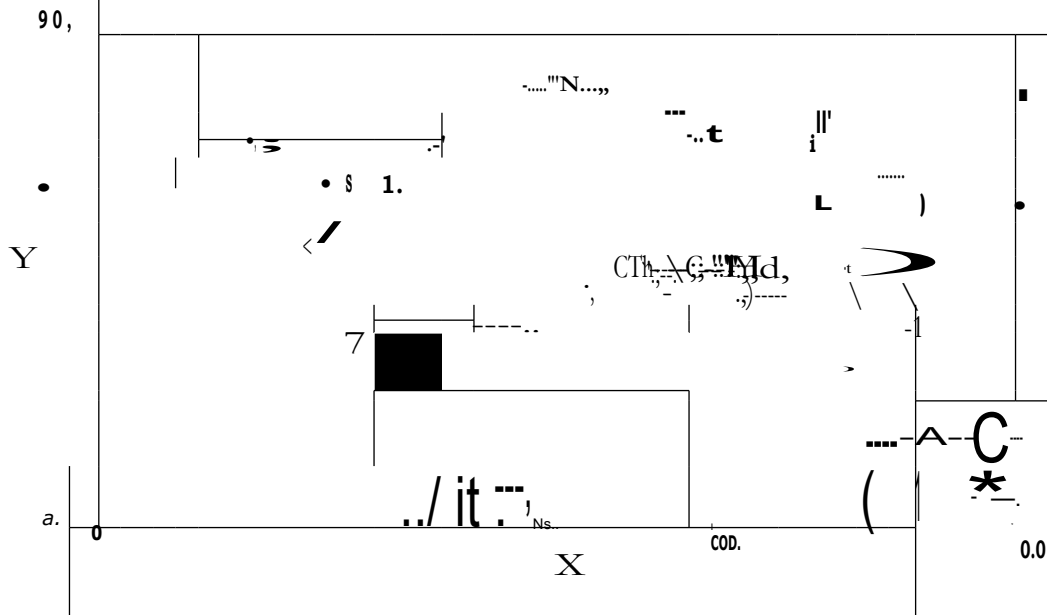
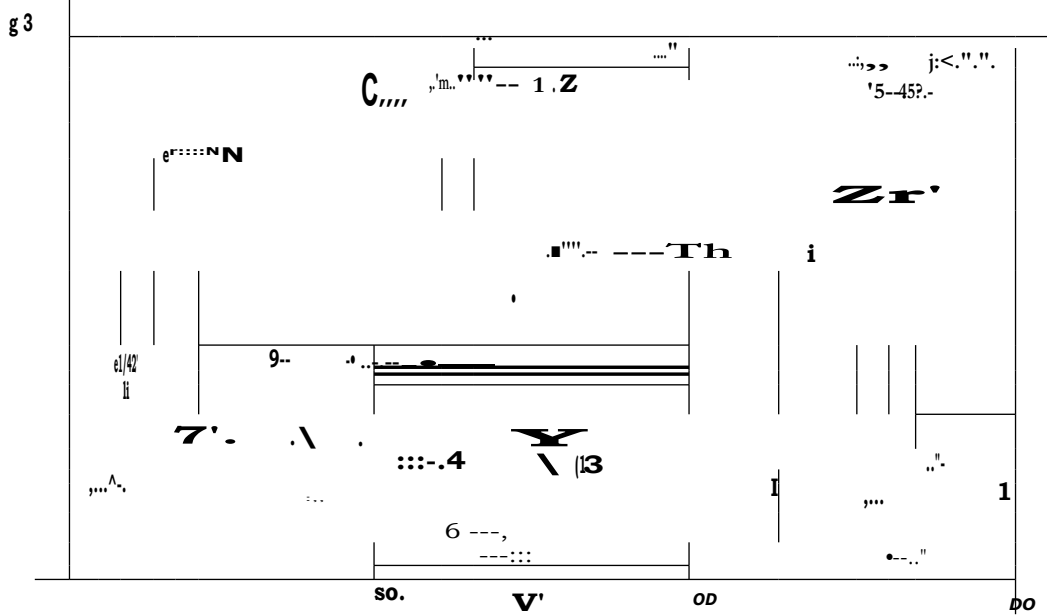


Figura.11. Mapa contorneado de especies abundantes de escarabajos coprofagos de 1999 del Parque Nacional Laguna Lachurt. X y Y anima en metros. H signifies el valor mayor, y L el Manor.



77 Distancia Minima de Trampeo y Patrón Espacial de Scarabaeinae

En la siguiente tabla se resumen los resultados de distancias minima de tramped y patrones espaciales pan los gremios de escarabajos estudiados.

Tab11.8. Distancias minima, de trampeo y patron espacial de Scarabaeinae en el BC/11 en el PNLL.

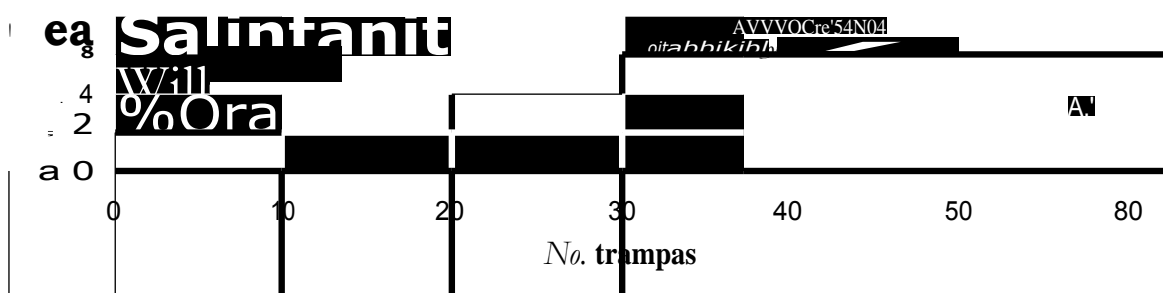
L ado	Variable	Distancia minima	Patron es cial
BCM 1997	NecrOf os	25 metros	Amontonado
BCM 1998	Necro : :os	20 metros	Amontonado
BCM 1998	CO. • .. tos	15 metros	Amontonado
PNLL 1999	Co . o , • . •	15 metros	Amontonado
PNLL 1999	Coprefagos abundantes	30 metros	Amontonado

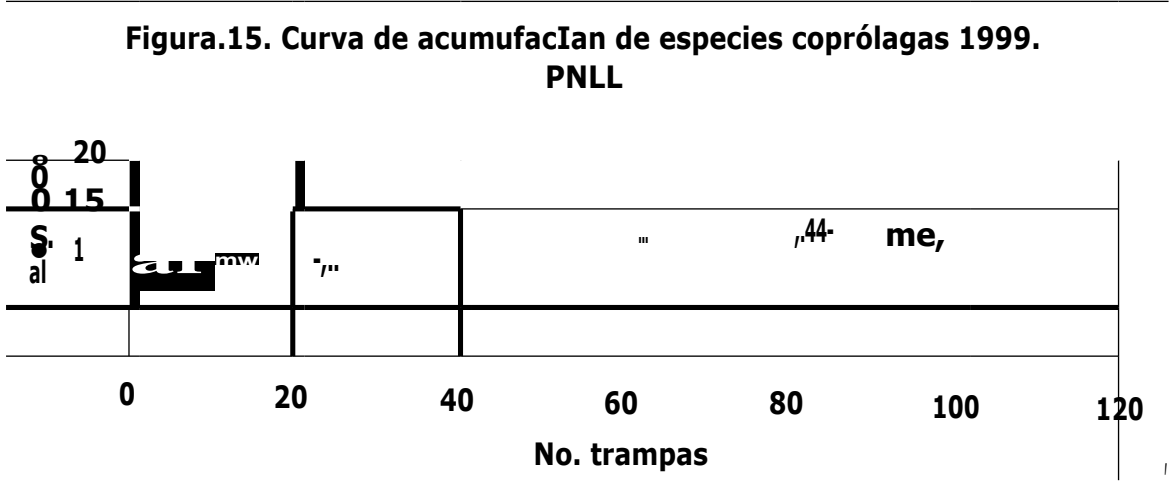
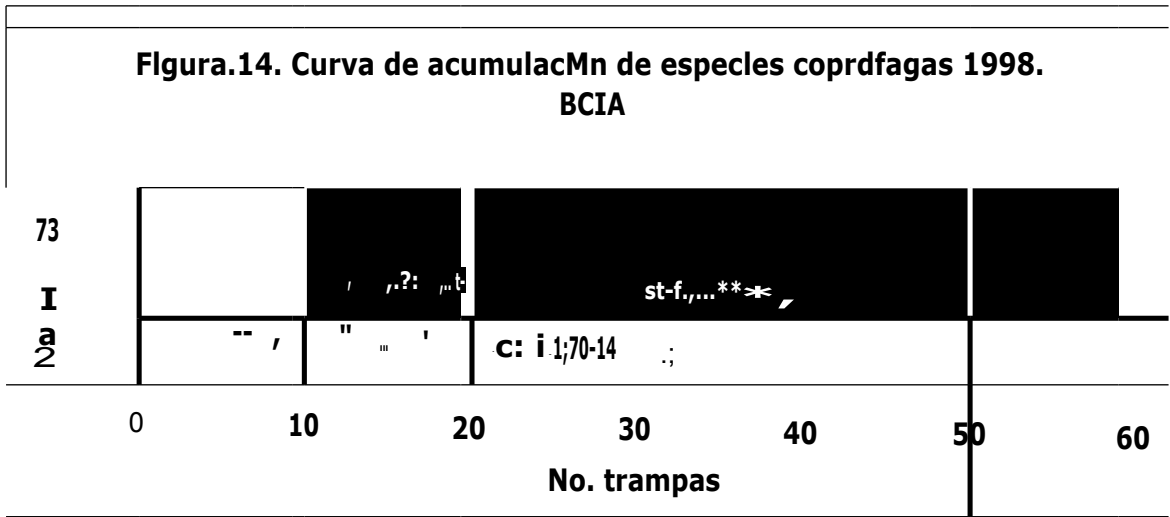
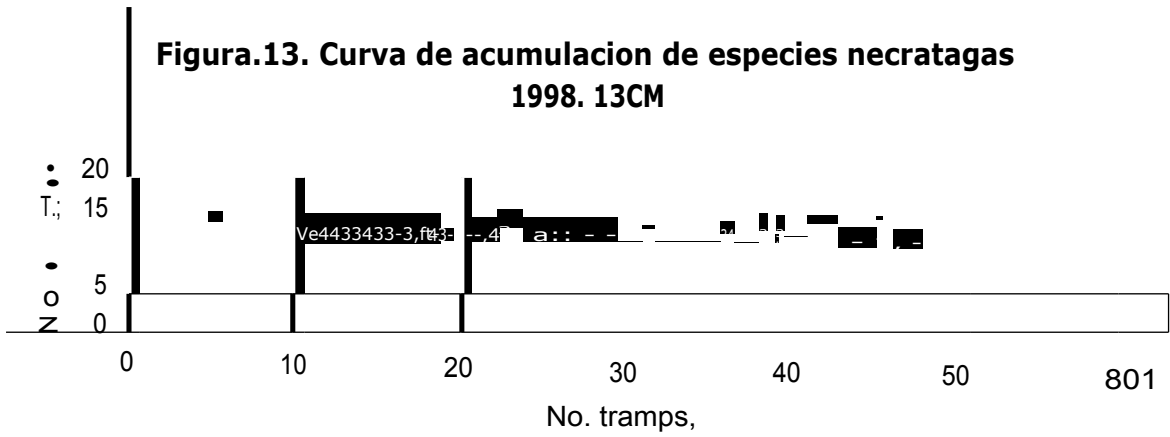
7.8. Ninnero de trampas para Scarabaeinae

En el anexo #6 se presents el listado de especies del BCM de 1997 y 1998; y en d anexo #7 la lista de especies pan el PNLL de septiembre de 1999.

En las Figures #12, #13, #14 y #15 win representadas las curvas de especies acumuladas por Milner° de trampas. Pam necrefagos de 1997, la curve se estabilize en 32 trampas; para necrOfagos de 1998, en 31; pan coprefagos de 1998, en 25; y pan coprefagos de 1999, en 77. Estas cantidades de trampas, sugieren que ese nUmero es suficiente para coleccionar las especies encontradas en cada lugar, lo coal seria Otil en un programa de monitoreo, en inventarios sistematicos o es estudios ecolOgicos.

Figura 12. Curva de acumulacion de especies necrefagas 1997. BCM





8. DISCUSION

La COVES obtenida para necrofagos del BCM de 1997, ajustada con un modelo esférico, aparentemente si tuvo un buen ajuste, ya que el valor de "sill" (0.36) fue parecido a la varianza calculada en STATI (0.35). En la estructura de la COVES (Fig82) se observe un valor σ^2 en (10,0.4) aproximadamente, que puede deberse a valores inusualmente grandes o bajos, que afectan bastante los valores de la COVES (Rossi et al. 1992). Se asumió dicho valor como σ^2 , ya que a pesar de ingresar diferentes valores en INCREMENT, siempre aparecía, sin poder eliminarlo. Existen métodos para identificar valores sesgados, pero se carece de los programas estadísticos para hacerlo. Uno de ellos es el método de Hawkins (Rossi et al. 1992). El "ajuste" del modelo esférico se basó en como lo realizaron Liebhold et al. (1991) y Nelson et al. (1994), al no tomar en cuenta ciertos valores sesgados.

La estructura de la COVES para necrofagos del BCM de 1998 (FigH3), no presentó valores sesgados, y el modelo de mejor ajuste fue el esférico, basado en que el "sill" de 0.32, fue similar a la varianza de STATI de 0.3. El valor de σ^2 fue diferente al de necrofagos de un año anterior, por 5 metros de más, diferencia no tan significativa, ya que los valores de varianza de necrofagos son similares en los dos años. Lo que pudo provocar un σ^2 menor en 1998, tal vez fue una disminución en la media. Ya que al encontrarse menos especies en el lugar, el muestreo se sugiere sea con un poco más de detalle, es decir con más separación entre trampas. Esto podría explicarse, ya que en 1998 fue afectado por la sequedad del fenómeno climático del NINO (obs.pers), que posiblemente disminuyó la distribución de especies y la abundancia de individuos por especie de Scarabaeinae, ya que el factor que más afecta a este taxón es la humedad (Gill 1991).

La COVES determinada para coprofecos del BCM de 1998 (FigI04), fue ajustada con el modelo esférico. Se observe la existencia de un valor de "nugget" de 0.09, lo cual puede sugerir variabilidad a microescala, es decir que la autocorrelación existió a intervalos menores que los utilizados en el muestreo; o que hubo error de muestreo (Robertson 1987 y Gold 1997). Se cree que la razón del "nugget" se deba posiblemente a la primera razón ya que las distancias de separación entre trampas en la refills del BCM en 1998 fueron de 10 y 20 metros, por lo que el rango encontrado de 15 metros nos aclara que si hubo autocorrelación a un intervalo de esos 20 metros utilizados en esa ocasión. El "sill" menos el "nugget" nos indica cuánto de la varianza poblacional está modelada espacialmente (Rossi et al. 1992), es decir 0.8, lo cual es menor de la calculada en STATI de 1.04. El valor de 0.8 se considera más sensible a los coprofecos, que 1.04, por lo tanto explicata.

En 1999 en el PNLL, la COVES (Fig45) se "ajustó" con un modelo esférico, que presentó un valor de "nugget" igual a 0.15, que hizo disminuir el valor del "sill" a 0.75, el cual difiere del valor de STATI de 0.99. Se considera que la razón del "nugget" es un error en el muestreo, ya que no pudo haber autocorrelación en un intervalo menor de 10 metros utilizado en la rejilla de 1999, ya que el rango encontrado sugiere que la autocorrelación se mantiene por debajo de los 15 metros, no de los 10. El error de muestreo, entonces, es

igual a 0.15, considerándose el valor de 0.99 como la varianza modelada espacialmente en la rafia.

Se puede apreciar que las distancias mínimas para los coprófagos fueron menores que las de los necrófagos. Esto pudo deberse a que las varianzas de los coprófagos fueron mayores, resultado en coeficientes de variación también mayores. Aunque las medias hayan sido mayores que las de los nemátodos, sus varianzas unificadas fueron mayores, lo que posiblemente compense y determine que los tangeros fijen menores. Esto significa que se necesita de un trapeo con más detalle para colectar todas las especies del Inger, ya que existió mucha variación entre trampas.

El tango encontrado para las especies comunes del PNLL de 1999, en base al modelo exponencial ajustado para la COVES (Fig#6), fue de 30 metros. Esta distancia se cree consecuente, ya que para encontrar especies más abundantes, no es necesario hacer un trapeo con mucho detalle, como de 15 metros para colectar especies raras y comunes. Un valor de varianza menor para las especies comunes, de 0.6 igual para el "sill" y STAT1, que el 0.99 de todas las especies, determina que el rango sea mayor, ya que la variación entre trampas para estas especies se redujo.

La anisotropía espacial detectada en todas las variables estudiadas, significa una existencia de tangeros o de "sills" diferentes en distintas direcciones (Englund y Sparks 1991), la cual pudo deberse a la heterogeneidad espacial de los ecosistemas naturales (Legendre 1993), como lo son el BCM y el PNLL. En los datos de ambos lugares, los valores de "sill" y de rangos no fueron los mismos en todas las direcciones, lo cual se puede describirse como una anisotropía zonal y geométrica, respectivamente (Rossi *et al.* 1991).

Si comparamos los mapas contorneados de necrófagos, se puede apreciar que el de 1997 (Fig#7) presentó más amontonamientos, y más cercanos, que el de 1998 (Fig#8); posiblemente por lo explicado anteriormente. La cercanía de amontonamientos en 1997 determina que la distancia mínima sea mayor que en 1998 (20 metros), ya que dentro de 25 metros existen amontonamientos correlacionados por estar cercanos, y a ambas de esa distancia cuando se pierde la correlación y ya se pueden obtener valores independientes para trampas.

En los mapas contorneados de coprófagos de 1998 (Fig#9) y de 1999 (Fig#10) se observan, varios amontonamientos cercanos, pero cada amontonamiento varía en las cotas superiores de valores, lo que es reflejo de las varianzas altas de los datos de colecta. Por eso es que las distancias mínimas son de 15 metros, con el fin de colectar la variación existente en la rejilla.

En el mapa contorneado de especies abundantes del PNLL (Fig#11) los amontonamientos son débiles, pero con valores más constantes en las cotas de los valores máximos de los mismos. La reducción en la varianza, por no tomar en cuenta a las especies raras, permite que la distancia mínima sea mayor que para todas las especies (30 metros).

Los números de trampas determinados para los necrófagos de 1997, de 32; necrófagos de 1998, de 31; coprófagos de 1998, de 25; y 77 para coprófagos de 1999; son ~~óptimas para coleccionar el máximo número de especies para cada grupo de escarabajos de ese lugar. Esto sería un inventario, ya que se toma en cuenta la colecta de especies raras y comunes.~~

9. CONCLUSIONES

9.1. Sobre el análisis geoestadístico

Este trabajo de tesis contribuye a aclarar el procedimiento a seguir en un análisis geoestadístico aplicado a la ecología de insectos, ya que aquí se estimaron distancias mínimas de trapeo y patrones espaciales en Scarabaeinae.

La geoestadística podría ser útil en otros áreas aparte de la ecología, como la genética, para mapear diversidad a ese nivel, y encontrar distancias de separación entre grupos genéticos, como lo ejemplifica Rossi *et al* (1992).

La aplicación de la geoestadística con otros grupos taxonómicos depende de la biología y ecología de los mismos. Ya que por ejemplo, para aplicarla con aves u otros vertebrados mayores, la escala de estudio tendría que abarcar muchos kilómetros por su amplia movilidad (Oliver y Beattie 1996); pero en otro caso, con mamíferos menores, anfibios y pequeños reptiles; tal vez sería más conveniente.

9.2. Scarabaeinae del Biotopo Chocón Machacas

El análisis geoestadístico de escarabajos de la subfamilia Scarabaeinae en el RCM realizado en este trabajo de tesis, basado en los datos de colecta de los años 1997 y 1998, muestra distancias mínimas de trapeo que sirven para realizar inventarios sistemáticos o estudios ecológicos. Las distancias mínimas encontradas para especies necrófagas, utilizando trampas de hoyo tipo "A" cebadas con pescado podrido, son de 25 metros (1997) y de 20 metros (1998), aunque se podría considerar mejor la distancia mayor, ya que la menor puede estar sesgada posiblemente por el fenómeno climático del Niño. La distancia mínima para especies coprófagas, utilizando trampas de hoyo tipo "A" cebadas con heces bovinas, es de 15 metros (1998).

Los patrones espaciales amontonados representados en los mapas contorneados fueron una herramienta complementaria, para comprender la variación de las distancias mínimas de trapeo. La anisotropía detectada en los datos, indicaron el efecto de la heterogeneidad espacial sobre las especies de Scarabaeinae.

El número de trampas encontrado para cada grupo de Scarabaeinae estudiado, es útil para programas de monitoreo, inventarios sistémicos y estudios ecológicos, para coleccionar solo las especies necrófagas y coprófagas encontradas en el BCM en 1997 y 1998. Para necrófagos de 1997 se determinó 32 trampas y para los de 1998, 31. Para coprófagos de 1998 el número fue de 25 trampas.

9.3. Scarabaeinae del Parque Nacional Laguna Lachui

La distancia mínima de trapeo para especies coprófagas, utilizando trampas de hoyo tipo "A" y cebadas con Piezas bovinas, fue de 15 metros, óptima para coleccionar la máxima diversidad de esa localidad del Parque. Esta distancia sería útil en un proceso de inventario. El efecto de la heterogeneidad espacial sobre las especies de Scarabaeinae se infirió por la anisotropía de los datos. Otro efecto de la heterogeneidad mencionada sobre Scarabaeinae, fue la existencia de patrones espaciales amontonados.

La intención del cálculo de los 30 metros de distancia mínima de trapeo para especies abundantes coprófagas del PNLL, fue para evaluar la distancia mínima de 15 metros, que resultó ser efectiva para coleccionar especies raras y abundantes, lo cual es útil en programas de monitoreo, inventario sistemático y estudios ecológicos.

El número de 72 trampas considerado para coleccionar especies raras y comunes, se consideró conveniente para realizar un inventario de todas las especies coleccionadas en septiembre de 1999.

10. RECOMENDACIONES

10.1. Sobre el análisis geoestadístico

Aplicar la geoestadística a otros campos de la ecología y a otros sitios, donde sea importante y posible cuantificar distancias de dependencia o autocorrelación, y donde sea útil la utilización de mapas contorneados para observar el patrón espacial de la o las variables de estudio.

La geoestadística podría ser utilizada* a escalas más grandes para predecir con procesos de interpolación, el comportamiento o la distribución de un taxón o varios taxones, en lugares no muestreados, para observar cómo varían sus patrones espaciales en la heterogeneidad de un lugar.

10.2 Sobre el análisis geoestadístico de Scarabaeinae

Hacer análisis geoestadísticos tomando como variable respuesta la biomasa, además de probar otros tipos de cebos y de trampas de hoyo. Realizar experimentos en repeticiones con cebos intercalados, pan hitbitos coprófagos y Deco:agóg, todo esto en diferentes regiones de Guatemala

Considerar la utilización de las distancias mínimas de trapeo en la realización de inventarios sistemáticos y estudios ecológicos en el BCM, determinadas para especies necrófagas y coprófagas, para el tipo de trampa y de cebo utilizado en dicho lugar. Lo mismo para el PNLL, solo que para especies coprófagas.

Utilizar las distancias mínimas de trapeo encontradas en el BCM y en el PNLL, en programas de monitoreo biológico a largo plazo, como los que se nivelan a cabo en la Reserva de Itz'at Bidsfera Maya (Mendez 1997) y en el PNLL (Flores *et al* 1999).

II. REFERENCIAS

Arbogast, 11., Weaver, D., Kendra, P. y Brenner, It. 1998. Implications of Spatial Distribution of Insect Populations in Storage Ecosystems. *Environmental Entomology*. 27 (2): 202-216 pp.

Arils, J.; Zanuntio, J.; Vaz de Mello, F.; Couto, L. V Melido, It 1999. Especificidade e Preferencia Alirntar de Besouros Escarabeideos (Coleoptera, Scarabaeidae) No Noroeste de Minas Gerais. En: Memorias IV Ramis° Latino-Americana de Scarabaeidologia. Embrapa Soja. Brasil. 156 pp.

Banjos, R. 1995. 50 Areas de Inter& Especial pare la Conservacion en Guatemala Centro de Datos para la Conservacion del Centro de Estudios Conservacionistas. Guatemala 171 pp.

Cano, E.B. 1998. Escarabajos Copronecrofagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabeinae) de la Reserva de la Biosfera Maya, Peten, Guatemala: Taxonomia, Diversidad, Asociacion de Habitat y su Uso en Programas de Monitoreo. Tesis, M.Sc. Universidad del Valle de Guatemala, Guatemala. 151pp.

Ceti, J. y Divalos, A. 1999. Monitoreo de Escarabajos del Estiarcol (Scarabaeidae) en la Comunidad de Playa de Oro, Provincia de Esmeraldas, Ecuador. En: Memorias IV Reuniao Latino-Americana de Scarabaeidologia. Embrapa Soja. Brasil. 156 pp.

Chellemi, D., Rohrbaeh, D., Yost, Ft., Sonoda, R. 1988. Analysis of the Spatial Pattern of Plant Pathogens and diseased plants using Geostatistics. *Phytopathology*. 78: 221-226 pp.

Eberhardt, L. y Thomas, J. 1991. **Designing** Environmental Field Studies. *Ecological Monographs*. 61 (I): 53-73 pp.

Englund, K y Sparks, A. 1991. **GEO-EAS 1.2.1** (Geostatistical Environmental Assessment Software) user's guide. U.S. Environmental Protection Agency EPA 600/4-88/033. 113 pp.

Flores, M., Mendez, C., Salazar, C., Barillas, IL, Lanz O., Avendalio, C., Avendaño, C., Baumgarten, A., Yurrita, C., Granados, P., Garcia, FL, Cleaves, C., Orellana, L, Calderón, C., 1999. Caracterización y Evaluación de Areas Protegidas · El caso del Parque Nacional Laguna Lachul. Proyecto Lachui, Escuela de Biología, Universidad de San Carlos de Guatemala. En: Libro de Resúmenes del 111 Congreso y IV Asamblea General de la Sociedad Mesoamericana para la Biología y la Conservación. PNUD. QUIL B. Guatemala. 50 pp.

Galante, E., Mena, J. y Lumbreras, C. 1995. Dung Beetles (Coleoptera: Scarabaeidae, Geotrupidae) Attracted to Fresh Cattle Dung in Wooded and Open Pastures. *Environmental Entomology*. 24 (5):1063-1068.

~~Gill, B. 1991. Dung Beetles in Tropical American Forests. En: Dung Beetle Ecology. Eds. Hanski, I. y Cambefort, Y. Princeton, University Press USA. 481 pp.~~

Gill, A. 1996. Geostatistics. agill@maths.adelaide.edu.au .

Gold, C. 1997. Advantages of the Voronoi Spatial Model.
<http://plato.glut.ulaval.ca/homepages/gold/papers/eurocartntml>

Haffner, G. Favila, M. y Halffter V. 1992. A Comparative Study of the Structure of the Scarab Guild in Mexican Tropical Rain Forests and Derived Ecosystems. *Folia Entomologica*. 84: 131-156 pp.

Halffter, G. y Favila, M. 1993. The Scarabaeinae (Inverta: Coleoptera) an Animal Group for Analysing, Inventorying and Monitoring Biodiversity in Tropical Rainforest and Modified Landscapes. *Biology international*. 27: 15-21 pp.

[HTTP://ctui.eLjrcitai-geostats.htm](http://ctui.eLjrcitai-geostats.htm).

Johnson, D. 1989. Spatial Autocorrelation, Spatial Modeling and Improvements in Grasshopper Survey Methodology. *Canadian Entomologist*. 121: 579-588 pp.

Klein, B. 1989. Effects of Forest Fragmentation on Dung and Carrion Beetles Communities in Central Amazonia. *Ecology*. 70 (6)1715-1725 pp.

Lecoustre, R., Fargette, **D.**, **Fauquet**, C. y de RetTye, P. 1989 Analysing and mapping ~~of the Spatial spread of African cassava mosaic virus using Geostatistics and the krigging~~ technique. *Phytopathology*. 79: 913- 920 pp.

Legendre, P. 1993. Spatial Autocorrelation: Trouble or New Paradigm?. *Ecology*. **74** (6): 1659-1673 pp.

Liebhold, A., Zhang, X, Rohn, **M.**, **Elkiaton**, .1., **Ticehurst**, **M.**, Beuzon, G. y Campbell., IL 1991. Geostatistical Analysis of Gypsy Moth (Lepidoptera: Lymantriidae) Egg Mass Populations. *Environmental Entomology*. 20 (5): 1407-1417 pp.

Liebhold, A., **Rossi**, **L.** y **Kemp**, **W.** 1993. Geostatistics and Geographic Information Systems in applied Insect Ecology. *Annual Review of Entomology*. 38: 303-327 pp.

Liebhold, A. 1998. Application of Geostatistics in Ecology. Sabbatical Fellow. <http://www.nceas.ucsb.edu/>

Lockwood, J. 1997. Rangeland Grasshopper Ecology. The Bionomics of Grasshoppers, Katydid and Their Kin. Cab International. USA pp:83-101 pp.

~~Mendez, C. 1997. Diseho de un Programa de Monitoreo Biologico a Largo Plazo Mostrado a naves de un estudio de Caso: El Cone Selectivo del Bosque en la Cooperativa Bethel, La Libertad, Paten. Tesis de Licenciatura. Escuela de Biologia. Facultad de Ciencias Quimicas y Farnacia. Universidad de San Carlos de Guatemala. 89 pp.~~

Nicholson, C y Mather, T, 1996. Methods for Evaluating Lyme Disease Risks Using Geographic Information Systems and Geospatial Analysis. *Journal of Medical Entomology*. 33 (5): 711 -720 pp.

Nelson, **M.**, **Felix-Gastelum**, **R.**, **Grum**, **T.** y Stowell, L 1992. Geographic Information Systems and Geostatistics as tools in the Regional Analysis and Management of Plant Virus *Epidemics*. *Phytopathology* 82 : 1163 p.

Nelson, **M.**, **Felix-Gastelum**, **R.**, **Orum**, **T.**, **Stowell**, **L.** y **Myers**, **D.** 1994. Geographic Information Systems and Geostatistics in the Design and Validation of Regional Plant Virus Management Programs. *Phytopathology*. 84 (9): 898-905 pp.

Nelson, M. 1998. Spatial Analysis of Plant Disease Epidemics with Geographic Information Systems (GIS) and Geostatistics.

http://a.p.risona.edu/PLP/faculty/in_ebon.html

Neste', D. y Klein, M. 1995. Geostatistical Analysis of Leafhopper (Homoptera: Cicadellidae) Colonization and Spread in Deciduous Orchards. *Environmental Entomology*. 24 (5): 1032-1039 pp.

Oliver, I. y Beattie, A. 1996. Invertebrate Morphospecies as Surrogates for Species: A Case Study. *Conservation Biology*. 10 (1): 99-109 pp.

Robertson, G. 1987. Geostatistics in Ecology: Interpolating with Known Variance. *Ecology*. 68 (3): 744-748 pp.

Rossi, **R.**, **Malls, D.**, **loured, A.** y Franz, E. 1992. Geostatistical Tools for Modelling and Interpreting Ecological Spatial Dependence. *Ecological Monographs*. 62 (2): 277-314 pp.

Schemer, P. 1999. El Efecto de Perturbaciones Antropogénicas en Escarabajos de Estiércol (Coleoptera: Scarabaeidae). En: Memorias IV Reuniao Latino-Americana de Scarabaeidologia. Embrapa Soja. Brasil. 156 pp.

12. ANEXOS

**ANEXO #1. LocalizaciOn geografica de sitios de estudio. Biotopo Chocnn Machacasy
Parque Nacional Laguna Lachni.**

ANEXO #2. Formato de archivo EHOCON.TXT

ANEXO #3. Formato de archivo LACHUA.TXT

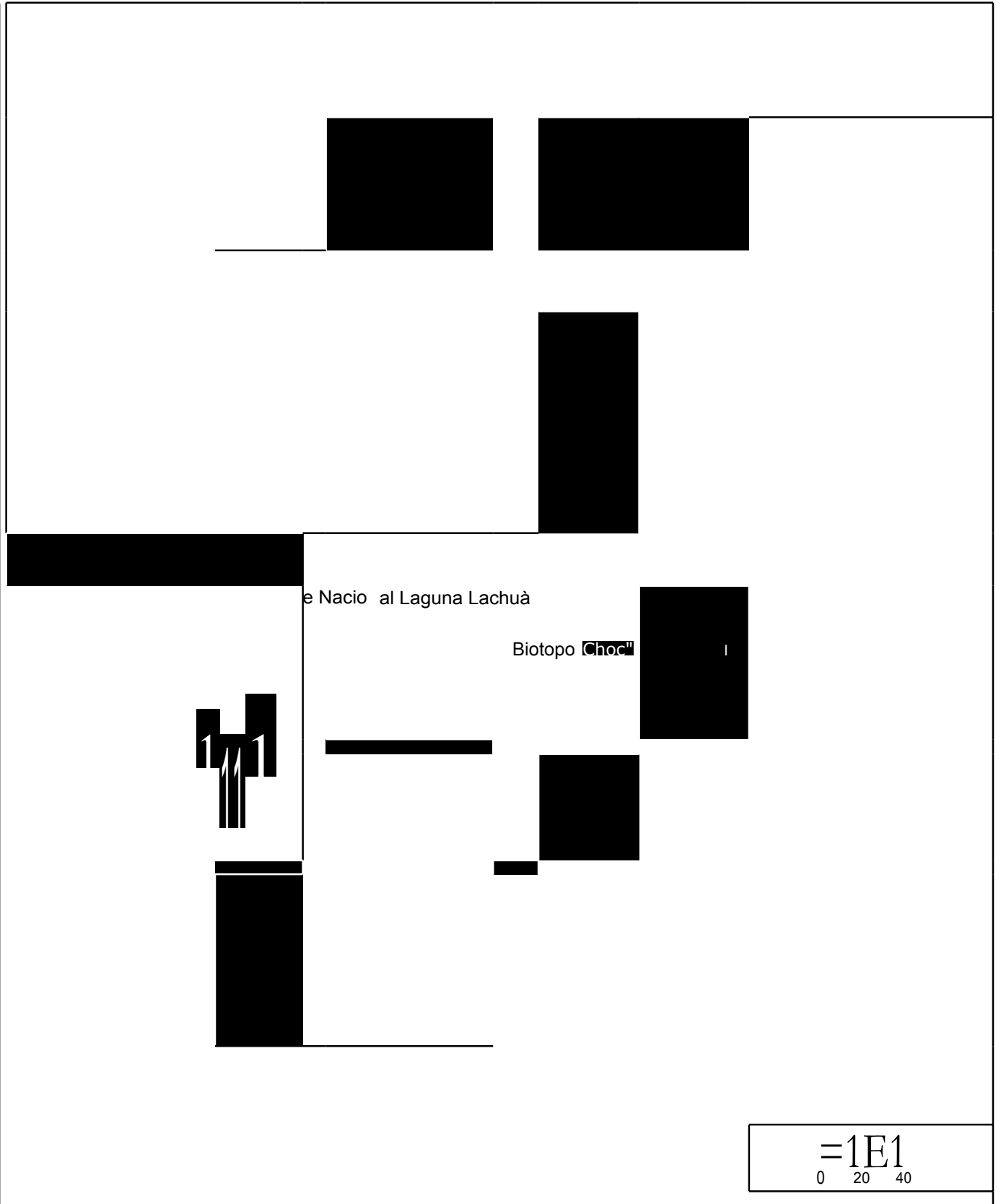
ANEXO #4. Anilisis exploratorio de datos del Biotopo ChocOn Machacau

ANEXO #5. Anilisis exploratorio de datos del Parque Nacional Laguna Lachut

ANEXO #6. Especies de Scarabaeinae del Biotopo ChocAn Madness.

ANEXO #7. Especies de Scarabaeinae del Parque Nacional Laguna Lachuit.

Anexo 1. LocalizaciOn geografica de sitios de estudio
Biotopo Choc6n Machaca y Parque Nacional Laguna Lachue.



5 54 5
Nw01■NNMe4N.4

54 4
||| |||| .4 . . . J . " . . . ,
- N m - - - 5 - - - | -

MTSR:2AR4g31^a 2R

%S3\$2222222S2SS

ANEXO.3. FORMATO DE ARCHIVO LACHUA.TXT

```

#sp.dat
  4
a    mts
y    mts
coprofagos especia
abundanta especies
0.0 0.0    1    1
0.0 10     3    3
0.0 20     1    1
0.0 30     1.E31 1.E31
0.040     2    2
0.0 50    1131 1131
0.0 60     1.E31 1.E31
0.0 70     3    3
0.080    32
0.0 90    1131 1131
10  0.0     1.E31 1131
10  10     1.E31 1.E31
10  20    1.E31 1131
10  30     1    1
10  40     1    1
10  50     1    1
10  60    1131  1131
10  70     1    1
10  80     2    2
10  90    1131  1.E31
20  0.0     1    1.E31
20  10     1.E31 1.E31
20  20     1131 1131
20  30     1    1131
20  40     1.E31 1.E31
20  50     2    1
20  60     1    1
20  70     2    2
20  80     1    1.E31
20  90    11.31 11.31
30  0.0     2    1
30  10     3    2
30  20     3    2
30  30     4    3
30  40     2    1
30  50     2    1

```

2 8 22 MM 2 22 2 22
Ne4v4NNNIM NNNN4NNNNINN.4.4NIiNNNI NN wd ... 1.4 . . N
M 2 22 22
MN NI NNNN In NeINNNNNNNMI M w NVN4m:INNNNI ... 1441NNNN
N ,4 en

SR2Rd² RA MP2R:ERAMR2R 02 ,9 A4M2R2R 02A R\$S2P8R02
el, A*M4444?444442 MgrnMSS3S23\$3%33gPRRMPRPRPg2

ri el ea M^{2 2} .4 , 1 eft ei .4 e ,:i ^{2 2} ...

ty en ea en i...^{M M} 4 IC- fri 2 2

-- --

2 332R4s2R24533■?-2R
22222222*****

**ANEXO.4. ANALISIS EXPLORATORIO DE DATOS DEL BIOTOPO CHOCON MACHACAS.
REALIZADO EN STAT1.**

	x	y	copro98	necro98	necro97
N usados :	50	50	40	28	42
N vacios :	0	0	10	22	8
Media :	40.000	45.000	1.800	1.321	1.476
Varianza :	816.327	841.837	1.036	0.300	0.353
Desv. En. :	28.571	29.014	1.018	0.548	0.594
Coe(. Var. :	71.429	64.476	56.544	41.468	40.252
Sago :	0.000	0.000	1.147	1.433	0.798
Kurtosis :	1.700	1.776	3.762	4.105	2.650

PERCENTILES

Minim° :	0.000	0.000	1.000	1.000	1.000
25 % :	20.000	20.000	1.000	1.000	1.000
Medians :	40.000	45.000	1.000	1.000	1.000
75th % :	60.000	70.000	2.000	2.000	2.000
Maximo :	80.000	90.000	5.000	3.000	3.000

**ANEXO.5. ANALISIS EXPLORATORIO DE DATOS PARQUE NACIONAL LAGUNA LACHUA.
REALIZADO EN STAT1.**

	z	y	coprofagos	abundantes
N usados :	100	100	73	67
N vacios :	0	0	27	33
Mean :	45.000	45.000	1.849	1.642
Varianza :	833.333	833.333	0.991	0.597
Den. Est. :	28.868	28.868	0.995	0.773
COef. Var. :	64.150	64.150	53.827	47.062
Sesgo :	0.000	0.000	0.985	0.908
Kurtosis :	1.776	1.776	3.229	2.928

PERCENTILES

Minimo :	0.000	0.000	1.000	1.000
25th V. :	20.000	20.000	1.000	1.000
Medians :	45.000	45.000	2.000.	1.000
75th ¶4 :	70.000	70.000	2.000	2.000
Minimo :	90.000	90.000	5.000	4.000

ANEXO.6. ESPECIES DE SCARABAEINAE DEL BIOTOPO CHOCON MACHACAS

*La cifra entre parentesis es el nUmero de individuos.

NECROFAGOS 1997

- I. *Deltochilum pseudoparile* = 67.42% (60)
- 2. *Coprophamteus telamon corythus* = 8.99% (8)
- 3. *Canthon morsel* = 7.87% (7)
- 4. *Canthon "viridis"* a 6.74% (6)
- 5. *Onthophagus maya* iit 4.49% (4)
- 6. *Bdelyroptis bowditchi* = 2.24% (2)
- 7. *Copris laeviceps* = 2.24% (2)

NECROFAGOS 1998

- I. *D. pseudoparile* ni 52.58% (51)
- 2. *C. telamon corythus* =12.37% (12)
- 3. *O. maya* = 12.37% (12)
- 4. *C. morsel* = 4.12% (4)
- 5. *C. laeviceps* = 3.09% (3)
- 6. *B. bowditchi* .. 2.06% (2)
- 7. *Canthidium centrale* = 2.06% (2)

- 8. *Deltochilum gibbosum sublaeve* = 2.06% (2)
- 9. *Eurysternus caribaeus* mc 2.06% (2)
- 10.0. *luismargaritorum* 4. 2.06% (2)
- 11. *Canthon leechi* ,, 1.03% (1)
- 12. *E. foedus* = 1.03% (1)
- 13.0. *rhinolophus* = 1.03% (1)
- 14. *Urozys n.sp.* = 1.03% (1)

COPROFAGOS 1998

- 1. *C. laeviceps* sc 34.00% (17)
- 2. *Ateuchus sp.* =14.00% (7)
- 3. *B. bowditchi* =14.00% (7)
- 4. *D. pseudoparile* = 8.00% (4)
- 5. *Megathoposoma candezei* .. 8.00% (4)
- 6. *E. foedus* = 6.00% (3)
- 7. *O. marginicotiis* = 6.00% (3)
- 8. *Dichotomius satanas* = 4.00% (2)
- 9. *E. caribaeus* = 2.00% (1)
- 10.0. *rhinolophus* = 2.00% (1)
- 11. *Sulcophanaeus criseicollis* = 2.00% (1)

ANEXO 7. ESPECIES DE SCARABAEINAE DEL PARQUE NACIONAL

•La eitra entre parentesis m el milliner° de individuos.

COLECTA SEPTIEMBRE 1999

COPROFAGOS

1. Capri* Iseviceps	-18.08% (47)
2. Phanaeus sallei	-10.38% (27)
3. Onthophagus mays	-10.00% (26)
4. O. cyclographus	a 7.69% (20)
5. Canthidium centrale	- 6.92% (18)
6. Eurystemus earibaeus	= 6.54% (17)
7. O. crinitus	a 4.62% (12)
8. Ddtocbilum pseudoparile	a 1.15% (3)
9. Canthidium n.sp.	al 0.77% (2)
10. Dichotomius satanas	- 0.77% (2)
11. O. nap.	- 0.77% (2)
12. Megathoposoma candezei	- 0.38% (1)
13. Scatimus ovatus	= 0.38% (1)
14. Urozys nap.	a 0.38% (1)

No tomada en cuenta

15. O. bajo revision	- 27.69% (72)
-----------------------------	----------------------