

TÉCNICAS DE MUESTREO Y ANÁLISIS SEDIMENTOLÓGICO DE SITIOS ARQUEOLÓGICOS EN LA COSTA NORTE DE LA ISLA NAVARINO, XII REGIÓN DE MAGALLANES

*Andrea Ponce L. **

* Museo Arqueológico y Antropológico de Casablanca, calle Diego Portales 02, Casablanca, V Región. andreaponce@gmx.net

Para una aproximación regional al registro arqueológico de la isla Navarino se diseñó un sistema de muestreo basado en la realización de test de barreno sobre aproximadamente un total de 30 sitios¹ que se encuentran distribuidos a lo largo de la costa norte de la isla. El propósito de esto fue obtener una caracterización preliminar de los depósitos subsuperficiales determinando estratigrafía, potencia, distribución espacial y áreas de ocupación de cada sitio sondeado, entre otros, mediante la aplicación de una técnica no invasiva de mínimo impacto. En este artículo se presentan los resultados obtenidos del análisis sedimentológico de tres sitios², evaluando junto con esto las posibilidades de la técnica de muestreo empleada y sus procedimientos de aplicación en la práctica arqueológica.

Palabras claves: Geoarqueología, test de barreno, análisis sedimentos.

For the regional archaeological inventory of Navarino island, I designed a sample system based on a Auger tests that it worse applied to 30 sites of the north coast of the island. The propose was to characterize the subsuperficial deposits in terms of its stratigraphy on potentiality; spatial distribution, and areas of human occupation of the tested site, with minimal disturbance. In this report we present the results of sediments analysis of three sites, along with an evaluation of the potential this procedure sample in the archaeological practice.

Key words: Geoarchaeology, auger test, sediment analysis.

El análisis de muestras de sedimentos ha sido, desde la década de 1930, una buena herramienta usada para la interpretación de los datos arqueológicos, ampliando la información obtenida y permitiendo una mayor comprensión sobre los procesos de formación de sitios y cómo estos se comportan en determinados ambientes.

Los arqueólogos encontramos, en los análisis de suelo y otras disciplinas afines, una buena vía para entender los contextos³ naturales y culturales de los sitios estudiados y responder así a algunas de las preguntas frecuentes de nuestra disciplina, como, por ejemplo, la asociación temporal de los restos culturales y no culturales encontrados juntos y la definición de las modificaciones postdepositacionales, ya sean naturales o culturales, que presentan los materiales arqueológicos. Ambos problemas pueden ser solucionados de mejor manera, aplicando técnicas de las ciencias relacionadas al estudio de los sedimentos a problemas arqueológicos, es decir, haciendo uso de la geoarqueología⁴.

El empleo de análisis sedimentológico trabaja bajo la premisa de que los restos encontrados en los contextos arqueológicos estratificados no pueden estudiarse, y por lo tanto entenderse, sin relacionarse con los procesos físicos (sedimentológicos) y bioquímicos. Es decir, no se pueden trabajar los depósitos arqueológicos sin relacionarlos con su matriz sedimentaria, su ubicación espacial y subsecuente movimiento y alteración inducida por procesos postdepositacionales, entre otros factores.

En resumen, examinar los sedimentos arqueológicos permite no sólo la reconstrucción ambiental, sino que también hacer referencia al contexto de los sitios arqueológicos y a los procesos de formación y de transformación de éstos, además de ser un componente esencial en el registro prehistórico y de proveer estrategias de análisis para la interpretación de la conducta humana, a través del análisis de los procesos que afectan a los artefactos, restos óseos y otros materiales culturales encontrados en los contextos arqueológicos.

Material y Método

El análisis de los sitios se llevó a cabo en dos etapas: la primera correspondió al trabajo de terreno realizado en noviembre de 1998, en el que se procedió a la selección de una muestra del total de sitios registrados en la costa norte de la isla (cuatrocientos once sitios en total), para realizar los tests de barreno, de acuerdo a los objetivos planteados en el proyecto.

A través de un muestreo estadístico estratificado, se obtuvo una muestra de diez sitios ubicados en los Estratos I y II⁵. Una vez seleccionados los sitios que serían sondeados, se comenzó con la primera labor que consistió en el establecimiento de las transectas que pretendían abarcar toda la extensión del sitio. En general, se realizaron dos transectas perpendiculares abarcando preferentemente los ejes NS y EW. En el caso que el sitio fuera angosto, las transectas se dispusieron de manera paralela. Éstas fueron trazadas en las partes más grandes del sitio (tratando de abarcar el ancho y largo máximo, dentro de lo posible) y las medidas dependieron del tamaño del sitio. Las columnas de barreno se establecieron en puntos equidistantes cada dos, tres o cinco metros en las transectas; la cantidad y la distancia entre ellos, está en directa proporción con el largo de la transecta.

En cuanto a la metodología de trabajo, de las columnas de barreno se fueron obteniendo muestras de suelo cada 10 cm (profundidad arbitraria para delimitar niveles culturales y/o naturales). Las muestras se fueron disponiendo sobre la superficie para realizar su descripción (color -según carta Munzel para suelos-, características de la matriz, granulometría, componentes naturales y culturales). Posteriormente a la descripción, se embolsó completa cada muestra obtenida. La profundidad alcanzada fue relativa a cada columna y pudo deberse a la desaparición del material cultural (capa estéril) o a la imposibilidad de seguir rebajando con el barreno.

En aquellas columnas donde se observaba mayor concentración de carbón (indispensable para obtener una buena muestra para su fechado) se realizaron pozos de sondeo, los que permitieron aumentar la información obtenida a partir de los pozos de barreno previamente realizados. Los pozos de sondeo no sólo permitieron obtener una mayor muestra de carbón para su fechado, sino que además posibilitan tener una visión más amplia sobre el comportamiento, tanto de la estratigrafía como de los restos culturales presentes en el sitio.

La segunda etapa se llevó a cabo en el laboratorio, donde se procedió al análisis sedimentológico de tres de los diez sitios sondeados, todos correspondientes al estrato II. El trabajo consistió en tamizar todos los niveles muestreados, aunque tuvieran un solo nivel con evidencia de ocupación humana. Para esto, se usaron dos tamices, uno de 4,75 mm (tamiz 4) y otro de 2,36 mm (tamiz 8). En cuanto al análisis propiamente tal, se describió, en primer lugar, la matriz sedimentaria, con y sin evidencia cultural, luego se tomó una muestra de restos óseos, líticos, malacológicos y carbón, presentes en el nivel analizado. Las muestras fueron pesadas (en una pesa digital) y descritas. Los datos obtenidos se ingresaron en una base de datos para formar un cuadro estadístico con las proporciones de los ítemes analizados para ver cómo éstos se comportan

dentro del sitio (horizontal y verticalmente). Por otro lado, a través de la descripción de la matriz sedimentaria se pudo obtener la estratigrafía de cada sitio, realizándose para ello dibujos con la distribución de las distintas capas encontradas para cada transecta trabajada.

Test de barreno: propósitos y limitaciones

Los test de barreno corresponden a una técnica de muestreo subsuperficial. El origen del uso de los tests subsuperficiales fue para el descubrimiento de sitios de poca visibilidad, sin embargo su empleo es más amplio. Entre otras cosas, también sirven:

1. Como mecanismo para evaluar los sitios antes de comenzar la excavación.
2. Pueden proveer estimaciones en las frecuencias y distribución de sitios encontrados dentro de unidades de muestreo que son superiores a aquellos generados por las convencionales inspecciones superficiales ([Lighfoot 1986](#)).
3. "Nos proporcionan un panorama acerca de los límites y variabilidad interna de un sitio en una dimensión vertical" ([Gallardo, 1987:95](#)), no accesible a través de la inspección superficial.
4. Estiman el volumen de los componentes del sitio y determinan su extensión ([Stein 1986](#)).

Por otro lado, es importante destacar el hecho de que corresponde a una técnica menos invasiva que otras, ya que no produce grandes transformaciones en el sitio, pues remueve poca cantidad de material de manera rápida, lo que además permite ganar tiempo con relación al trabajo realizado para la investigación.

El instrumento empleado para la realización de los test de barreno correspondió al "AMS Standard Soil Regular Auger Buckets de 3+" de diámetro. El uso de este test dentro de esta investigación presenta objetivos bien claros:

1. En primer lugar, obtener muestras de carbón para poder fechar la mayor cantidad de sitios posibles -objetivo que se inserta dentro del marco de una construcción arqueológica regional de la zona de estudio.
2. Realizar análisis estratigráficos contextuales del material cultural y sedimentológico presentes en cada sitio.
3. Determinar distribución vertical y horizontal de las ocupaciones humanas a través del análisis sedimentológico.

Si bien los test de barreno han resultado una excelente herramienta exploratoria de aproximación al registro arqueológico subsuperficial regional y para el diseño y planificación de la investigación intrasitio ([Ocampo y Rivas 2000](#)) hay que tomar en cuenta que estos presentan una serie de limitaciones y/o sesgos metodológicos que deben considerarse al realizar una investigación determinada, al respecto, [Nance y Ball \(1986\)](#) mencionan dos aspectos importantes a considerar:

1. En primer lugar mencionan la probabilidad de intersección. Ésta tiene relación con la probabilidad que tiene un test de barreno de interceptar un sitio. Esta probabilidad de intersección está determinada por la articulación de los patrones e intervalos de los pozos y el tamaño y forma de la superficie de los sitios.
2. En segundo lugar corresponde la probabilidad de productividad, que corresponde a la probabilidad que tiene un pozo de contener material cultural cuando ha interceptado un sitio. Esta probabilidad está influenciada por las relaciones de cuatro variables: el tamaño de los pozos, el método de inspección de los test, densidad de los artefactos y agrupación espacial de estos.

Por otro lado existe la presencia de un margen de error que debe ser considerado al aplicar estos test, ya que éste influye en la precisión de las estimaciones realizadas. Un primer margen de error se produce en el sitio mismo y está determinado por la elección del o de los lugares donde se realizarán los pozos. Un segundo factor que puede influir en la estimación es que los sitios estudiados corresponden a una parte de la muestra total, es decir, que se está trabajando con una muestra del universo total de estudio. Hay que considerar que los diferentes sitios exhiben distintas características de densidad y agrupación de los restos culturales, lo que determina la probabilidad de encontrar materiales arqueológicos. Por último hay que tomar en cuenta lo pequeño de la muestra obtenida por los niveles barrenados y que en sitios sobre los 2 m de profundidad el tipo de barreno usado no permite alcanzar la matriz estéril.

Dado estas limitaciones y para la obtención de mejores resultados, según los objetivos planteados, es recomendable, en especial para el trabajo en conchales, apoyar y controlar el muestreo a través de pozos de sondeo. Estos permiten ampliar la información recuperada y corregir los sesgos detectados en las técnicas de barreno.

Resultados

El análisis sedimentológico se realizó en una muestra de tres sitios de un total de diez que fueron sondeados en noviembre de 1998. Este análisis consistió en describir los diferentes estratos sedimentarios, describir las características del conchal (composición, distribución, grado de compactación), descripción del material cultural presente (restos óseos faunísticos y material lítico).

Todos estos sitios están ubicados en una cota igual o mayor a los 25 msnm, situándose en ambientes boscosos y, por lo general, en terrazas acantiladas.

Sitio 29

Este sitio se encuentra ubicado en la localidad de Quetru 6, carta de Puerto Eugenia (NE de la isla). Fue detectado inicialmente en el año 1992 en el marco del Proyecto Fondecyt 067990. Las coordenadas UTM del sitio son: 3.912.100 N / 608.000 E.

Las características vegetacionales del sitio corresponden a una pradera de gramíneas con arbustos (chaura, romerillo y calafate), y uno que otro árbol de coigüe; se sitúa en el límite de un bosque viejo de coigües con presencia de renovales. Este sitio se encuentra rodeado de vegas, actualmente húmedas y a una distancia de entre 15 a 50 m de un chorrillo o curso de agua. Está protegido de los vientos oeste por una terraza aún más alta (terracea donde se encuentra emplazado el sitio 30), quedando sólo expuesta por los vientos NE.

Culturalmente se caracteriza por la presencia de conchales complejos con entre cinco y diez fondos de habitaciones ocupando una superficie mayor a los 1.000 m² y se orienta hasta el este de la terraza. Superficialmente se estima un espesor máximo de los montículos de entre 50 a 100 cm.

Después de la realización de los test de barreno y pozos de sondeo, se constata que la profundidad del depósito arqueológico es similar a la estimada en la prospección, no superando el metro de espesor en toda su extensión. La profundidad máxima alcanzada es de 80 cm. Asimismo, se constata que dicho sitio constituye un yacimiento arqueológico independiente respecto de los sitios más contiguos, ya que no se registra continuidad en sus depósitos.

En este sitio se realizaron dos transectas perpendiculares coincidiendo en el metro cero:

- T1 (NS). Mide 15 m de largo. Se realizaron seis columnas cada tres metros.
- T2 (EW). Mide 33 m de largo. Se realizaron doce columnas cada tres metros.

Análisis: Luego de realizado el análisis, se puede plantear de manera preliminar, al menos dos ocupaciones, una más efímera orientada NS y otra, más recurrente y extensa, con orientación EW, concentrada, principalmente, hacia el este del sitio. Probablemente, la mayor extensión de esta ocupación se deba a una ocupación del lugar durante un período más prolongado con la consecuente diversificación de las actividades realizadas dentro del sitio en general. Si bien en la realización de las columnas de barreno y en su posterior análisis sedimentológico no se apreció claramente una diferencia estratigráfica, con la realización de un pozo de sondeo en el límite de la columna 11 (T2 - W) se pudo observar de forma más macro la estratigrafía, detectándose, efectivamente, dos ocupaciones separadas por un pequeño lente de limo café claro. Esto probablemente dice relación, no sólo con la visibilidad o sesgos de la técnica de barrenaje, sino que, fundamentalmente, al tratarse de dos depósitos que no coinciden espacialmente en su totalidad, es decir, al efecto palimpsesto característico de estas ocupaciones.

Sitio 171

Este sitio posee una fecha de 4.895 ± 60 a.p.⁶ se encuentra ubicado en la localidad de Caleta Segura al costado SW de un estero o chorrillo a una distancia entre 300 y 350 m del mar. Se sitúa en medio de un bosque de lengas bastante protegido de los vientos imperantes en la región. Forma parte de un complejo de sitios que se ubican en esta localidad, desde la costa hasta el camino actual, siendo éste uno de los emplazamientos más interior. En cuanto a la topografía del lugar, hay que destacar que la evidencia de que corresponde a un sitio arqueológico, está dada sólo por la presencia de conchas en la superficie del sector, producto del levantamiento de la matriz, por raíces de los árboles cercanos. Las coordenadas UTM son: 3.913.600 N / 550.313 E

También se realizaron dos transectas, pero esta vez paralelas a una distancia de 50 m.

- T1 (NS). Mide 50 m de largo. Se hicieron 11 columnas cada cinco metros.
- T2 (NS). Mide 50 m de largo. Se hicieron 11 columnas cada cinco metros.

Análisis: Es importante destacar que en este sitio existe una excavación realizada en 1993, la que aporta datos significativos a la interpretación de los análisis realizados. De acuerdo a las descripciones de los ítemes ya mencionados podemos plantear una configuración espacial del sitio, ocupando las primeras terrazas de Bahía Honda, donde se registró grandes concentraciones de conchas calcinadas acumuladas por efecto de la limpieza de los sectores que corresponderían a fondos habitacionales. En el caso de este sitio, la concentración de conchas de la T2, pareciera equivaler a la limpieza del conchal originalmente depositado en el sector norte de la T1.

Este sitio posee características especiales de distribución del conchal:

1. A diferencia de los otros dos sitios analizados, éste tiene una orientación NS, concentrado especialmente hacia el norte, es decir, hacia el Canal Beagle. Este sitio, emplazado al interior del bosque, que no posee vista al canal, se alinea enfrentando el curso de agua que corre en sentido paralelo al sitio, es decir, privilegiando su atención hacia este recurso.
2. Por otro lado, este sitio, a diferencia de la mayoría de los sitios del Estrato II, no se encuentra en una terraza acantilada, sino más bien en un continuo de terrazas sin pendientes abruptas que se extienden desde la primera terraza hacia el interior (a más de 300 m de la línea de costa).

3. De acuerdo a la información rescatada de la realización de las columnas de barreno junto con aquella obtenida a partir de la excavación realizada en el sitio en 1993 ([Ocampo et al. 1999](#)), se puede plantear la existencia de al menos dos ocupaciones, una de ellas hacia el norte del sitio (columnas una, dos y cuatro - T1 y las columnas cinco, seis, siete y ocho - T2). La otra ocupación corresponde al sector sur del sitio, (columnas ocho, nueve y once - T1). Con relación a la información obtenida de la excavación ([Ocampo et al. 1999](#)), las dos ocupaciones secuenciales se diferencian en el contenido de sus registros materiales. A pesar de ocupar prácticamente el mismo terreno, se observa un cambio cultural en la apropiación de los recursos alimenticios y en las industrias artefactuales. En la ocupación más antigua hay presencia de fauna invertebrada, mamíferos marinos y aves; en cuanto a la industria lítica, ésta está representada por lascas medianas y grandes, sin presencia de artefactos formatizados, lo que definiría una tecnología de uso expeditivo, sin una producción especializada. La ocupación posterior está relacionada con una subsistencia mixta, registrándose recursos terrestres, marinos y aves, estando ausentes los mamíferos marinos. Por otro lado, hay un cambio en la tecnología, agregándose a la industria lítica la presencia de restos artefactuales óseos.

Sitio 296

Este sitio presenta fechas tempranas de 880 ± 60 a.p.⁷. Se ubica en la Ensenada Villarino en medio de un antiguo bosque de lengas con presencia de renovales. Está situado sobre una terraza que cae en una pendiente abrupta hacia la costa. La cubierta vegetal del bosque consiste en gramíneas con presencia arbustiva de zarzaparrilla y calafate. Las raíces han levantado del subsuelo, en algunos sectores, especialmente hacia los extremos del sitio, un antiguo conchal, sin otra manifestación en la topografía actual del lugar.

Para realizar las columnas de barreno se trazan dos transectas, una orientada desde la costa hacia el interior y la otra paralela a la línea de la costa:

- T1 (NS). Mide 36 m de largo. Se hicieron 12 columnas cada tres metros.
- T2 (EW). Mide 27 m de largo. Se hicieron nueve columnas cada tres metros.

Análisis. Después de realizar el análisis se evidencia una discontinuidad de los depósitos antrópicos, siendo estos poco profundos. Al respecto, se puede plantear, de manera preliminar, que este sitio posee diferentes ocupaciones que se comportan de manera más efímera que en los otros sitios, haciendo uso de un mismo espacio en diferentes momentos durante cortos períodos de tiempo. Estas ocupaciones se concentran hacia el norte del sitio con características de habitación, y hacia el sur con características de basural.

Conclusiones

El presente trabajo pretende dar a conocer los resultados obtenidos en los sondeos realizados en algunos sitios de la costa norte de la isla Navarino, el fin de la realización de los test de barreno fue la comprensión del sitio, ya sea vertical como horizontal, es decir, vislumbrar, en una etapa previa a la excavación, las características del sitio, como sus componentes culturales y distribución espacial entre otros aspectos.

En cuanto a la eficacia de las técnicas empleadas para la obtención de muestras de sedimentos, así como para la comprensión de los sitios arqueológicos, la realización de las columnas de barreno y el posterior análisis de las muestras de sedimentos obtenidas, permitió visualizar y dar cuenta de los aspectos y variantes físicas de los depósitos estudiados a nivel regional e intrasitio.

En este sentido, a nivel intrasitio se pudo obtener información relativa a la extensión de los sitios, tanto a nivel horizontal como vertical, y así obtener una primera aproximación, respecto a sus límites, cómo se organizan y orientan en el espacio y determinar sus constituyentes estratigráficos y la distribución diferencial de sus componentes. Sin embargo, lejos están los

depósitos antrópicos de presentar un comportamiento homogéneo y predecible a partir de unos cuantos pozos. Por lo tanto, a nivel intrasitio, es conveniente, siempre y cuando la investigación lo requiera, realizar una segunda parte de trabajo en terreno, caracterizada esta vez por la realización de cuadrículas y pozos de sondeo que abarquen más espacio, entreguen más información asociativa y permitan ver más claramente, no sólo la estratigrafía del lugar sino, también, diferencias en los materiales culturales rescatados, determinando, de manera más confiable, posibles diferencias ocupacionales dentro del sitio.

Regionalmente, la técnica aplicada nos provee de una base de datos de una riqueza comparativamente inigualable, al agruparnos el extenso universo de sitios en base a características esenciales para la modelación de patrones sobre el uso del espacio. Los datos de cada sitio se pueden trabajar comparativamente en la obtención de tendencias culturales que nos ayuden a comprender el paisaje arqueológico y sus cambios a través del tiempo.

Si bien los datos e información hasta ahora obtenidos son de gran relevancia, el tamaño de la muestra trabajada nos aporta resultados parciales y de carácter preliminar para el establecimiento de patrones. No obstante, al mismo tiempo nos arroja interesantes luces para la orientación de los trabajos futuros, tanto a nivel de hipótesis de trabajo como en la optimización de las técnicas utilizadas.

En este último aspecto, es necesario destacar las ventajas y limitaciones de la técnica aplicada, y en los problemas que nos permite abordar. Desde esta perspectiva, se puede establecer que los test de barreno, en modo alguno, constituyen un sustituto de técnicas recuperativas de mayor alcance, como los pozos de sondeo y excavaciones extensivas, pero parecen ser una de las herramientas exploratorias ideales para la aproximación al registro arqueológico regional y para el diseño y planificación de la investigación de los sitios arqueológicos específicos.

Agradecimientos: esta investigación fue posible gracias a Carlos Ocampo y Pilar Rivas quienes me acogieron dentro de su proyecto Fondecyt 1980654 "Arqueología del Canal Beagle: Secuencias y Procesos Culturales en Ambientes Marinos de Latitudes Altas", me aconsejaron y guiaron en el desarrollo de este estudio como parte de mi práctica profesional para la carrera de Arqueología. Asimismo agradezco a Donald Jackson por su apoyo como profesor guía y evaluador del trabajo realizado.

Notas

¹ Estos 30 sitios corresponden sólo a los sondeados durante las campañas realizadas en noviembre de 1998 y enero 2000.

² Estos 3 sitios forman parte de un universo de diez que fueron sondeados en noviembre de 1998.

³ El término contexto puede definirse como: "... context implies a four-dimensional spatial-temporal matrix that comprises both a cultural environment and noncultural environment and that can be applied to a single artifact or to a constellation of sites. Context, so defined, is a primary focus for several approaches within archaeology." ([Butzer 1982:4](#)).

⁴ Sin embargo, la geoarqueología es esencial también "...for identification of microenvironments, mesoenvironments, and macroenvironments, for analysis of topographic patterning, and, more indirectly, for analysis of climates, biota, and human groups; it also has considerable potential for delineation of those periodic processes and aperiodic events that affect physical, biological and cultural aggregates on different spatial and temporal scales". ([Butzer 1982:42](#)).

⁵ Estrato I: planicies de altitud menor a los 25 msnm. Estrato II: planicies de altitud mayor o igual a los 25 msnm.

⁶ Ref. lab. A10914 (Carbón). Nivel 80-90 cm. Edad calibrada dos sigmas⁴ AC/DC 3.896-3886/3.798-3.620 a.C. ([Ocampo y Rivas 2000:203](#)).

⁷ Ref. Lab. 127301 (Carbón). Nivel 20-30 cm. Edad calibrada dos sigmas³ AC/DC 1.020-1270 d.C ([Ocampo y Rivas 2000:202](#)).

Referencias Citadas

Butzer, K. 1982 *Archaeology as Human Ecology*. Cambridge University Press, Cambridge.
[[Links](#)]

Gallardo, F., L. Cornejo 1986 El diseño de la prospección arqueológica: un caso de estudio. *Chungara* 16-17: 409-420. [[Links](#)]

Lightfoot, K. 1986 Regional surveys in the eastern Unites States: the strategts and weakness of implementing subsurface testing programs. *American Antiquity* 51: 484-504. [[Links](#)]

Nance, J., B. Ball. 1986 No surprises? The reliability and validity of test pit sampling. *American Antiquity* 51: 467-483. [[Links](#)]

Ocampo, C., P. Rivas, C. Agüero 1999 El sitio Bahía Honda: un caso del estrato II que muestra correspondencia con los sitios fechados. Manuscrito en posesión de la autora. [[Links](#)]

Ocampo, C., P. Rivas 2000 Nuevos fechados ¹⁴C de la costa norte de la isla Navarino, costa sur del canal Beagle, provincia Antártica Chilena. Región de Magallanes. *Anales del Instituto de la Patagonia* 28: 197-214 [[Links](#)]

Stein, J. 1986 Coring archaeological sites. *American Antiquity* 51: 505-527