

**Informe final\* del Proyecto L073**  
**Migración, movimiento y distribución estacional del cachalote en el Golfo de California**

**Responsable:** M en C. Diane Gendron Laniel

**Institución:** Instituto Politécnico Nacional  
Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas  
Departamento de Pesquerías y Biología Marina

**Dirección:** Av Instituto Politécnico Nacional S/N, Playa Palo de Santa Rita, La Paz, BCS, 23096 , México

**Correo electrónico:** [dgerndron@redipn.ipn.mx](mailto:dgerndron@redipn.ipn.mx)

**Teléfono/Fax:** 91(112)2 5366

**Fecha de inicio:** Diciembre 15, 1997

**Fecha de término:** Septiembre 22, 1999

**Principales resultados:** Informe final, Hoja de cálculo, Cartografía

**Forma de citar\*\* el informe final y otros resultados:** Gendron Laniel, D., 2000. Migración, movimiento y distribución estacional del cachalote en el Golfo de California. Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. **Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. L073.** México D. F.

**Forma de citar hoja de cálculo** Gendron Laniel, D., 2000. Migración, movimiento y distribución estacional del cachalote en el Golfo de California. Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. **Hoja de cálculo SNIB-CONABIO proyecto No. L073.** México D. F.

**Resumen:** Los cachalotes fueron altamente cazados durante el siglo XIX, recientemente en la región de las Islas Galápagos se ha observado un ciclo de reproducción muy bajo (una cría por hembra cada 15 a 20 años) para mantener el nivel presente de la población, pudieron enfrentar la extinción. Es de gran importancia evaluar el enlace de la evaluación y la posible mezcla de este stock, ya que en el Golfo de California se ha incrementado el número de avistamientos de cachalotes a principios de los 90's coincidiendo con el regreso del calamar gigante *Dosidicus gigas*. En este proyecto se emplearán diversas técnicas no invasivas en el estudio del cachalote con base en una interacción mínima con las embarcaciones tales como: Marca-recaptura mediante fotoidentificación, caracterización de hábitat (profundidad, concentración de clorofila, relieve submarino, temperatura, etc.), colecta de muestras fecales, comportamiento, entre otras, además se evaluará tamaño y densidad de cardúmenes de calamar, con la finalidad de entender mejor la migración del cefalópodo.

- 
- \* El presente documento no necesariamente contiene los principales resultados del proyecto correspondiente o la descripción de los mismos. Los proyectos apoyados por la CONABIO así como información adicional sobre ellos, pueden consultarse en [www.conabio.gob.mx](http://www.conabio.gob.mx)
  - \*\* El usuario tiene la obligación, de conformidad con el artículo 57 de la LFDA, de citar a los autores de obras individuales, así como a los compiladores. De manera que deberán citarse todos los responsables de los proyectos, que



*CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS*

*COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USÓ DE LA  
BIODIVERSIDAD*

*PROYECTO:*

*"MIGRACIÓN, MOVIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN ESTACIONAL DEL  
CACHALOTE EN EL GOLFO DE CALIFORNIA" LO73  
por M. C. Diane Gendron*

**INFORME FINAL**

### Resumen

Los resultados del presente proyecto permiten confirmar de manera contundente la importancia del Golfo de California para el cachalote *Physeter macrocephalus* debido a su amplia distribución espacio-temporal a lo largo de la costa oriental de la Península y en la zona profunda, desde las grandes Islas hasta la boca del Golfo, donde se registró su presencia durante todo el año (base de datos, Fig.2). La tasa de encuentro entre grupos de cachalotes calculado por hora de esfuerzo de búsqueda fue más baja comparada con otras zonas estudiadas en el mundo, lo cual permite suponer que esta especie es abundante en el Golfo de California (Tabla 1). El incremento significativo de individuos fotoidentificados (171 individuos, ver Catálogo 1992-1998) aunado a la baja tasa de recapture entre individuos fotografiados en la misma temporada (1998) y entre años (Tabla 2) sustenta el supuesto de alta abundancia. Por otro lado, la presencia de grupos de hembras acompañadas de crías (Fig.3) y de machos sexualmente maduros (Fig.4) tanto en invierno como verano denota el Golfo de California como una probable e importante zona de reproducción para esta especie. Durante 1998, se registraron 21 avistamientos de crías y una alta proporción de crías por hembras dentro de los grupos, así como una alta proporción de machos por hembras comparado con otras áreas estudiadas (Tabla 3). No se encontró correlación entre la presencia del cachalote y la temperatura superficial del mar, tampoco con la profundidad o la concentración de clorofila mediante el disco Sccchi, Este resultado coincide con lo encontrado para el Pacífico sur. La distribución del cachalote probablemente responde a otros factores de los cuales el alimento puede ser una respuesta. Sin embargo, la inesperada baja captura de calamar *Dosidicus gigas* en la zona de Santa Rosalia durante 1998, no se relacionó con la distribución del cachalote puesto que se avistaron a varios grupos distribuidos a lo largo del Golfo. Sin embargo, se observó una mayor distancia entre los animales (alrededor de 1 milla náutica) comparado con la distancia promedio de 200 metros registrada en la zona de Galápagos (Whitehead, 1989). Un aumento en la distancia entre individuos podría atribuirse a una baja abundancia de alimento suponiendo que la distancia entre los individuos está relacionada a formaciones cooperativas de búsqueda del alimento (Whitehead, 1989).

## Introducción

Tratar de entender la distribución del cachalote (*Physeter macrocephalus*) y los factores que controlan la misma, ha sido el principal objetivo desde hace dos siglos. Durante la última década, el esfuerzo dedicado al estudio de la distribución del cachalote y los factores asociados han cambiado desde una explotación eficiente (hasta 1986) a un interés académico y de conservación. Se han observado cambios drásticos en la distribución de esta especie sin que ello fuese asociado a cambios aparentes en el hábitat o en la productividad general. Por ejemplo, altas concentraciones de grupos de hembras y juveniles han sido observadas en el área de los Galápagos entre 1985-1989, sin embargo solo muy pocos grupos fueron encontrados entre 1991 y 1996 (Whitehead *et al.*, 1997). De manera similar el cachalote era muy poco avistado en el Golfo de California en los 80, no obstante desde 1991, fue muy notoria su presencia en esta zona (Dendron, 1993). Para proponer un buen manejo de esta especie es necesario entender los factores que ocasionan estos cambios en la distribución.

En termino de política de manejo, es de gran importancia obtener un buen conocimiento sobre los rangos de distribución y la estructura de las diferentes poblaciones o stocks de esta especie. Sin embargo debido a la distribución pelágica de los cachalotes, se conoce todavía muy poco acerca de la estructura de las poblaciones. Estudios recientes mediante fotografías individualizadas de aleta caudal en el Pacífico sur, sugieren que el cachalote no realiza grandes movimientos, y raramente se desplazan más de 1100 km dentro de una escala temporal de algunos años o de una década (Dufault y Whitehead, 1995). Sin embargo, el análisis genéticos con base al ADN mitocondrial ha mostrado que existe muy poca variabilidad genética entre las poblaciones, lo cual sugiere que los cachalotes pueden migrar distancias mucho más largas de lo que se pensaba (Dillon, 1996). Es evidente con estos resultados que no existe consenso sobre la estructura de estas poblaciones y que falta realizarse más estudios relacionado a este tema.

Los cachalotes han sido fuertemente cazados desde los últimos dos siglos (más de un millón fueron capturados), en consecuencia las poblaciones fueron severamente afectadas (Rice, 1989). A pesar del moratorio sobre la pesca comercial de cachalote de la International Whaling Commission (IWC) en 1986, las poblaciones no se han recuperadas. Debido a la dificultad de estudiar los cachalotes, pocos estudios sobre la recuperación de esta especie fueron realizados, sin embargo los resultados existentes son preocupantes. En

el área de las Galápagos. Whitehead *et al.* (1997) mostraron que a consecuencia de las intensas capturas en el pasado, la población presenta todavía una tendencia a un decremento a una tasa de 20% per annum. El número de machos maduros observados en las áreas de reproducción fue muy bajo (2-4%, muy por debajo del 16%, estimado a partir de los modelos del Comité Científico de la IWC y entonces una tasa de una cría por hembra cada 20 años no permite sostener la población. Una emigración de los cachalotes desde las Galápagos hacía la costa de América del Sur fue observado, lo cual explica en parte el decremento de la población en las Galápagos. Es entonces crucial monitorear otras poblaciones de cachalote con base a su tasa de reproducción y en la proporción de machos maduros por ejemplo en el Golfo de California.

El Golfo de California representa uno de los lugares donde el cachalote probablemente se alimenta de una especie de calamar capturado comercialmente (*Dosidicus gigas*). El efecto sobre la pesca comercial de este calamar puede afectar indirectamente la población de cachalote presente en el Golfo de California ya que se ha reportado en el pasado cambios drásticos en la abundancia de este recurso (Klett, 1981). Por ello es necesario estudiar la abundancia y distribución estacional del cachalote en relación con las capturas estacionales del calamar gigante.

Por otra parte, la posibilidad de predecir la abundancia estacional del cachalote cerca de la costa puede permitir el desarrollo de una industria de observación turística de esta especie en Baja California. Esta región es accesible y popular para la observación turística de ballena gris desde varios años. Un desarrollo de observación de cachalote podría aportar nuevos recursos y apoyar en la necesidad de conservación de esta especie.

### **Objetivos generales**

1. Determinar la distribución estacional del cachalote en el Golfo de California.
2. Elaborar un catálogo de foto identificación de los cachalotes en el Golfo de California.

### **Objetivos particulares**

- 1.1 Elaborar la hoja de calculo con información de distribución del cachalote en el Golfo de California, con datos recopilados prior a 1997 y ampliarlo con nuevos avistajes 1997-1998.
- 1.2 Analizar la distribución estacional del cachalote en el Golfo de California.
- 2.1 Clasificar y comparar las fotografías de cachalote obtenidas prior a 1997 y ampliarlo con fotografías obtenidas durante 1997-1998.
- 2, 2 Analizar la distribución del cachalote con relación al calamar gigante *D- gigas*.

### **Productos esperados**

- 1.0 Hoja de cálculo con información de distribución del cachalote en el G. C.
- 2.0 Catálogo de fotografías de identificación del cachalote en el G.C. 3.0 Mapa de distribución del cachalote en el G.C.
- 4.0 Propuesta de áreas protegidas en las zonas de crianza de cachalotes del G.C. 5.0 Propuesta de áreas de actividades turística de avistajes de cachalotes en el G.C.

## **Metodología**

### **Trabajo de campo: censos no acústicos.**

La base de datos (hoja de cálculos) como producto de este proyecto esta conformada de información proveniente de los años 1991-1997 y principio de 1998, la cual fue recopilada de forma oportunística durante censos de observación con fondos de otros proyectos. Esta información generalmente comporta fecha, hora, posiciones (latitud y longitud) sin embargo en varias de ellas no se contó con datos precisos de la hora y/o de tamaño de grupo (por ello encontrarán cuadros en blancos cuando no se tiene la información).

Adicionalmente, en algunos de estos avistamientos se obtuvieron fotografías de aletas caudales para la identificación, las cuales forman parte del catálogo de fotoidentificación de estas especies, como segundo producto de *este proyecto*.

### **Trabajo de campo 1998: Censos acústicos a bordo de veleros**

Debido a que los dueños del velero Star Rover, con el cual se había planeado las salidas de 1998, no pudieron llevar a cabo este proyecto, nos vimos en el problema de buscar y encontrar rápidamente un *velero* adecuado con dueños interesados en participar en el proyecto en forma de colaboración es decir, sin obtener fondos. A pesar de lo difícil que esto implicaba, conseguimos dos veleros con propietarios que ofrecieron realizar el proyecto. Este cambio de ultimo momento, ocasionó la recolecta de una menor cantidad de datos de lo esperado, y la imposibilidad de conectar de manera continua el ecosonda (puesto que se requiere hacer hoyo en el fondo del barco. En el caso del Star Rover con quien se había hecho él trató, la colocación de la sonda era planeada). Por lo tanto, no fue posible obtener datos continuos de temperatura ni del grosor de la capa de mezcla. Debido a estos problemas decidimos no realizar la segunda *fase del* proyecto (ver contrato) la cual correspondía a la temporada invierno primavera de 1999 y por lo tanto no hemos solicitado fondos para ello. Sin embargo, a pesar de estos problemas, la mayor parte de los objetivos

### CICIMAR-CONABIO L073

fueron alcanzado y los resultados preliminares sobre el cachalote del Golfo de California que se presentarán a continuación son muy interesantes.

Los datos fueron colectados a bordo de un velero de 47 pies ("Renahara") del 30 de mayo al 10 de junio 1998 y desde el velero ("Adía") del 15 de junio al 22 de julio 1998. El estudio fue llevado a cabo en el Golfo de California a lo largo de la península de Baja California, entre La Paz y el paralelo 30 cerca de la Isla San Pedro Martyr hacia aguas profundas. La técnica estándar no invasiva usada en el estudio de cachalote, desarrollado desde 15 años (Whitehead y Gordon. 1986) fue empleada.

Los censos acústicos en forma de zig-zag fueron usados en el área del Golfo en aguas mayores a 200m. Los cachalotes fueron localizados escuchando los clicks característicos (Backus y Shevill, 1966) cada hora, mediante un hidrófono omnidireccional (alta frecuencia Sonotech 8178 con un cable de 70m) en los censos a bordo de "Adía" y otro hidrófono de repuesto con un cable de 30 in para el censo a bordo del "Renahara" (el hidrófono de alta frecuencia Sonateckh 81178 fue trozado, posiblemente por un tiburón durante el primer viaje, sin embargo se nos fue repuesto rápidamente por Sonotech desde Santa Barbara para ser usado durante los dos últimos viajes). Con estos hidrófonos, los cachalotes fueron detectados en un radio de 6 y 3 millas respectivamente. Se realizaron censos visuales para otros cetáceos durante varias horas del día. Cuando se detectaba por el hidrófono uno o más cachalotes, el uso del hidrófono direccional permitió obtener un rumbo de detección, para posteriormente dirigir el barco en esta dirección. El grupo de cachalotes encontrado fue seguido de cerca visualmente y acústicamente el tiempo requerido para identificar a la mayoría de los individuos o hasta que el mismo se perdiera (noche, mal tiempo). Los datos sobre el número total estimado de individuos, de cría y de machos maduros fueron anotados. Se tomaron fotografías de la parte ventral de la aleta caudal al momento que se sambullirise con cámara 35 mm y lente de 300mm para identificar a cada individuos (Arnbom, 1987). Se anotaron también la presencia de defecación, lo cual puede dar una indicación de la tasa de alimentación (Whitehead *et al.*, 1989; Smith y Whitehead, 1993; Whitehead, 1996) sin embargo no se pudo colectar muestras. Se colectaron un total de 13 muestras de pedazos de piel descamada proveniente de 13 individuos distintos dentro de la última huella producida cuando se sambullen. Estas muestras se están analizando en el Southwest Fisheries Science Center en La Jolla para la determinación de sexo y para estudios de poblaciones (análisis todavía en proceso). El comportamiento y movimiento de corta distancia fueron registrados durante el encuentro.



Los datos sobre el hábitat fueron registrados dos veces en el día tal como el espesor de la capa de mezcla mediante un Furuno, sin embargo fue posible tomar estos datos solos en un viaje (en estaciones no continuas), y la profundidad del Disco Secchi, como índice de la concentración de clorofila. La temperatura superficial fue anotada cada hora y la posición del barco fue registrada cada media hora con el GPS.

### **Trabajo en laboratorio:**

#### **Captura de datos en computadora**

Los datos provenientes de las vitácoras (fecha, hora, posiciones, número de animales temperatura) fueron incorporados directamente a la base de datos en Excel. Los datos de temperatura (cuando ausente) y de profundidad fueron tomados a partir de mapas de isotermas de la NOAA, y de carta batimétrica (1:1000 000 CB-002 SPP).

Con relación al catálogo de identificación por fotografías, se uso el paquete Microsoft Access donde se incorporaron las fotografías mediante el fotovix o de las fotografías escaneadas. La información referente a cada individuo catalogado se resume con # de animal, fecha de avistamiento, latitud y longitud y la calidad de fotografía que va de regular R. mediana M a alta A.

#### **Trabaja de fotoidentificación**

En el cuarto oscuro del CICIMAR-LP.N, se revelaron los negativos, y impresión de los mismos y de las fotografías escogidas. Las fotografías fueron categorizadas en función de calidad respecto a los criterios de distancia, enfoque e iluminación desde regular hasta alta. Las fotografías escogidas, fueron numeradas en función de su registro en el tiempo y se anotaron en el reverso de las mismas, la información correspondiente de fecha, posición, número de negativo y de la fotografía. Posteriormente se compararon visualmente cada fotografía de aleta caudal entre sí por tres personas. Cada fotografía comparada y diferenciada (diferente a todas las fotografías) fue incluida en el catálogo conforme a su registro en el tiempo. Las fotografías encontradas como vuelva a capturar fueron registradas en la base de datos y archivadas como recaptura y guardadas en el catálogo de fotografías originales.

## Resultados

### Censos acústicos a bordo de veleros 1998

Se realizaron 4 viajes a bordo de diferentes veleros de los cuales los dos últimos, realizado a bordo del velero Adia, fueron cuando se consiguió la mayoría de la información tanto de distribución como de fotografías, debido a su buena velocidad de navegación y del buen funcionamiento del hidrófono omnidireccional. Por lo tanto en el análisis con respecto al esfuerzo de búsqueda se incluyó solo los dos últimos viajes.

Se navegaron en esfuerzo de búsqueda con el hidrófono omnidireccional un total de 1788 millas náuticas cubriendo la mayor parte de la zona central de Golfo (Fig. 1) . Se encontraron mediante el censo acústico a 21 grupos de cachalotes. De estos. 7 encuentros se pudieron escuchar a los animales y por razón de mal tiempo o bien falta de luz, no se pudo observar a los animales. En los 14 encuentros restantes, 13 correspondieron a grupos de hembras y juveniles y un encuentro fue de un macho maduro soltero. De los 13 encuentros de hembras y juveniles 5 grupos comprendieron al menos un macho maduro y en 9 grupos al menos una cría de menos de un año. El número máximo de crías registrado por grupo fue de 4.

El análisis preliminar sobre abundancia del cachalote dentro del Golfo de California muestran que esta especie durante primavera-verano es muy abundante. El promedio de horas de censo acústicos entre encuentro de grupo de cachalote fue muy bajo (13.4 horas, CV= 113.4), comparado con el promedio encontrado en los Galápagos (23.0, CV=3.1) en las islas Seychelles (25.4, CV=6.4), o fuera de Ecuador (47.2, CV= 15.7) lo cual indica que existe una mayor densidad de cachalote en el Golfo (Tabla 1).

Por otro lado, el promedio en tamaño de grupo de cachalotes en formación paralela (se refiere a la busca de alimento) fue de 1.58, CV=55.61 fue un poco más bajo que lo encontrado en las islas Galápagos (1.7) y en ambos lugar se observaron espaciado entre sí con una distancia constante. Sin embargo se encontró diferencia en la distancia entre individuos, los cachalotes del Golfo de California fueron espaciado con una distancia aproximada de 1000 a 1800 m comparado 200m para los cachalotes de las islas Galápagos. Se cree que esta organización espacial para los cachalotes en busca de alimento esta relacionado a la distribución del alimento, de lo cual sugiere que el alimento estuvo más espaciado durante primavera-verano de 1998 en el Golfo de California. Esto concuerda de

manera general con el decremento estimado de 84% en la pesca de calamar durante 1998 reportado por Torres-Limenez (1999). El porcentaje de ocurrencia de heces fecales, observadas dentro del sillón y huella al seguir los cachalotes hasta su inmersión fue alrededor de 30% (no se tiene el coeficiente de variación ya que no siempre se pudo observar dentro del sillón), lo cual demuestra que el cachalote se alimenta en el Golfo de California. Ahora bien, no es posible confirmar su fuente de alimento con seguridad. El estudio de contenido estomacal (imposible realizarse a menos de obtener muestras de animales varados) permitió confirmar para la zona de Ecuador y Perú *D. gigas* como principal fuente de alimento de los cachalotes en esta zona (Clarke et al. 1993). Para el Golfo de California la solución para poder confirmar la fuente de alimento se reduce a un análisis de isótopos estables de carbono y nitrógeno.

El análisis preliminar del hábitat indica que no existe relación entre los cachalotes y la temperatura superficial tampoco con el espesor de la capa de mezcla ni la profundidad del disco Secchi durante la temporada primavera verano 98. Los cachalotes se distribuyeron principalmente en agua azul, caracterizadas por una alta profundidad y baja productividad (profundidad del disco Secchi hasta 34 m y sin presencia de capa de mezcla). Los cachalotes se encontraron a lo largo del Golfo desde los 700 hasta los 2500 m y aunque no se encontró correlación con esta variable, fueron más abundantes a lo largo de pendientes fuertes como en la región de la depresión del Carmen.

### **Distribución espacio-temporal**

La recopilación de todos los avistamientos de cachalotes en el Golfo de California (1991-1998) por temporada permite concluir que el cachalote se presenta durante todo el año en esta área (Fig.2). Debido a que los avistamientos tomado en censo no acústico o de forma oportunística no permite comparar la distribución y abundancia entre temporadas no se puede inferir sobre abundancia por temporada. Se incluyeron también los avistamientos relativos a la zona de la costa occidental de la Península con el propósito de dar a conocer que también se distribuye allí y que probablemente existe un movimiento fuera del Golfo aunque no de toda la población. Con respecto a la presencia de crías en los grupos, fue notorio la abundancia de crías tanto añera como mayor a un año. Un total de 16 crías añeras fueron avistada durante primavera-verano 98 y esto a lo largo del Golfo de California sin ubicación particular (Fig.3). La presencia de machos maduros sexualmente también fue notoria en todo el Golfo y durante todo el año (Fig.4).

### **Fotoidentificación**

Se identificaron un total de 171 cachalotes diferentes y de estas fotografías los individuos 36 fueron categorizadas como regular, 66 como medianas y 69 de alta calidad. Después de realizar la comparación fotográfica entre cada individuos se encontraron varias recapturas de tiempo que va desde el mismo día hasta 3 años (Tabla 2). Durante los censos acústicos de 1998 se cubrió la zona profunda del Golfo en dos ocasiones. A pesar de este esfuerzo no se obtuvo recaptura de fotografías durante esta temporada, lo cual indica que los cachalotes son abundantes en el Golfo de California. Con respecto al esfuerzo dedicado a la fotoidentificación por grupos de cachalotes éste no fue mayor a 12 horas por cada grupo. El número máximo de individuos fotografía por grupo fue de 11 y a pesar de ello se encontraron 15 recapturas de fotografía dentro de un mismo grupo en un mismo día. Estas recapturas dentro de un mismo grupo nos indica de manera indirecta que el tiempo dedicado a la fotoidentificación de un grupo de cachalotes fue bueno, ya que se volvió a encontrar algunos individuos.

Por otra parte, se encontraron varias recapturas de tiempo mayor a un día, las cuales sugieren que existe residencia por parte de los cachalotes en el Golfo. Se encontraron 1 recaptura de tiempo de 1 mes, 1 recaptura de 4 meses y 3 de 6 meses en la región de la Isla San Pedro Martyr (Tabla 2). Estas recapturas indican que algunos cachalotes usan el Golfo prácticamente todo el año ya que se observaron tanto en enero como en agosto, temporadas muy distintas en cuanto a temperaturas superficiales, reproducción y probablemente en la distribución del calamar *D. gigas*. Es importante, sin embargo recalcar que a pesar de que existe residencia por parte de los cachalotes, puede haber movimientos fuera del mismo.

Adicionalmente se encontraron 3 recapturas de tiempo de 3 años al comparar las fotografías (1991-1998) con las del Southwest Fisheries Science Center (Dr. Jay Barlow) tomadas en el Golfo de California durante 1995. Este resultado refuerza la idea de residencia y/o indica un cierto movimiento dentro y fuera del Golfo.

Un total de 16 crías añeras fueron observado, sin embargo debido a que las crías no levantan la aleta caudal al sambuirse, no fue posible identificarlos por fotografía. La proporción de crías por grupos de hembras e ¡maduros fue muy alta (0.323, Tabla 3) al comparar con la proporción calculada en otras zonas. De igual manera, la proporción de machos maduros solteros fue alta (0.058) en comparación con otras zonas.

## Discusión

Este proyecto de investigación muestra una vez más que los censos acústicos mediante hidrófono de alta frecuencia (los cuales reducen las interferencias de baja frecuencia) y de cabo largo (lo cual reduce el ruido de fondo) representan el mejor método para estudiar los cachalotes. Al usar este equipo, los cachalotes fueron oídos mucho antes de ser avistados. Durante los viajes en los que se usaron el hidrófono de menor calidad, estuvimos en contacto acústicos o visuales durante solo 23 horas. En cambio, a bordo del velero Adia, con el uso de hidrófono Sonatech, el contacto fue posible durante 163 horas. Adicionalmente, el uso de un hidrófono direccional suele ser muy útil en ubicar con ángulos y con una estimación de distancia al grupo de cachalotes, lo cual permite encontrar los grupos de manera más efectiva que con la observación visual.

Este estudio de recopilación de datos de avistamiento y de fotografías desde 1991 y la recolecta de nuevos datos durante 1998, sugiere que los cachalotes son abundantes en el Golfo de California. El tiempo promedio de búsqueda entre encuentros de grupos de cachalotes durante los censos acústicos fue muy bajo (13.43 horas CV=113.4) en comparación con estudios realizados con la misma metodología en otras zonas (Whitehead y Kahn, 1992). El alto coeficiente de variación indica que los encuentros con grupos fueron agregados en algunas áreas del Golfo lo cual coincide con lo descrito en Jaquet (1996) para la zona del Pacífico Sur. Adicionalmente, la ausencia de recaptura de fotografías entre grupos durante los censos acústicos de 1998 aunado a solo 3 recapturas con años anteriores confirman este resultados de alta abundancia.

La proporción de crías por grupos de hembras y inmaduros fue significativamente mayor en el Golfo de California que lo encontrado en otras zonas de estudios (Waters y Whitehead, 1990). En 80% de los encuentros con grupos de cachalotes en el Golfo se observaron una cría añera y hasta 4 por grupo. La misma tendencia fue encontrada en la proporción de macho por grupo de hembras y inmaduros. La baja tasa de reproducción calculada para los cachalotes de las Islas de Galápagos fue atribuida al alto número de capturas de machos maduros solitarios (los más buscados) durante la caza realizada a lo largo de la costa occidental de América del Sur hasta 1986 (Whitehead et al., 1997). En cambio a lo largo de la costa occidental de América del Norte, la presión de caza siempre fue comparativamente más baja, y por lo tanto la abundancia de machos maduros solitarios es de esperarse mayor y puede ser reflejada en la mayor tasa de reproducción. Estos

resultados preliminares sugieren que el Golfo de California representa una zona de reproducción muy importante para esta especie.

Se creía que los cachalotes se encontraban concentrados en algunas áreas tal como San Pedro Martyr y a lo largo de la costa entre Loreto y Santa Rosalia. Este estudio confirma la presencia del cachalote a lo largo del Golfo y en zonas profundas. Este dato es de importancia en termino de manejo ya que la ausencia del cachalote en la zona de la Isla San Pedro Martyr no puede ser interpretado como ausente en el Golfo. Debido a que pocos estudios sobre mamíferos marinos realizados en el pasado abarcaron las zonas profundas del Golfo, no se puede asegurar la ausencia del cachalote en los años 80 atinado al colapso de la pesca comercial del calamar gigante en 1983 (Klett, 1981) aunque muy pocos avistamientos de cachalotes fueron reportados en esta década (Gendron, 1993). Nuevamente, la drástica baja de captura de *D. gigas* en 1997-98 debido al intenso fenómeno El Niño 97-98 (Torres- Jiménez, 1999) similar a reportado para este recurso en 1983, no coincide con la alta abundancia de cachalote observado en 1998. Sin embargo, la gran distancia entre individuos de alrededor de una milla náutica comparado a lo encontrado en las Islas de Galápagos de 200 m, Whitehead (1989) puede indicar, indirectamente, que la fuente de alimento fue esparciada, y por ello el espacio entre individuos fue mayor. Similarmente, durante este estudio, se observaron a los cachalotes en movimientos constantes en línea recta hasta por 12 horas consecutivas, lo cual sugiere una baja abundancia de alimento (Jaquet y Whitehead, en prensa). Por otro lado la ausencia de correlación entre la distribución de los cachalotes y la temperatura superficial del mar, la intensidad de la capa de mezcla o la profundidad del disco de Secchi no es una sorpresa ya que este resultado es similar a lo encontrado en el Pacífico Sur (Jaquet y Whitehead, 1996). La relación entre los parámetros ambientales y la presencia del cachalote es mucho más compleja y probablemente relacionado a la distribución y alimento de su presa principal, la cual en la actualidad se sospecha que se trata de *D. gigas*.

## Conclusiones

Este estudio confirma que el cachalote es relativamente abundante en el Golfo de California y se distribuye a lo largo del Golfo en aguas (>500m) de profundidad en las zonas de cuencas y a lo largo de la costa oriental de la península. Se observa durante todo el año y es probable que sea una población residente o con movimiento corto fuera del mismo. La relación entre la distribución de los cachalotes y los parámetros ambientales es compleja y probablemente se asocia a la distribución del alimento que se sospecha sea el calamar gigante *D. gigas*. Para confirmar su fuente de alimento se inició en 1999 un estudio de relación trófica mediante isótopos estables de nitrógeno y carbono y en su caso entender su relación con el calamar *D. gigas*. El conocimiento de los cambios en la abundancia del cachalote en el Golfo de California podría servir como indicador de la abundancia del calamar *D. gigas*. Otro aspecto relevante de los resultados es la importancia del Golfo de California como una área de crianza y probablemente de reproducción. La alta tasa de crías y machos maduros solitarios comparado con otras áreas de distribución resalta una vez más la importancia del Golfo de California para estudios futuros de monitoreo y de estructura poblacional.

## Referencias

- Arnbom, T. (1987). Individual identification of sperm whales. Report of the International Whaling Commission 37: 201-204.
- Backus, R.H. y Schevill, W.E. (1966). Physeter clicks. In "Whales, dolphins and porpoises" K.S. Norris (ed.), Univ. of Calif. Press, Berkeley : 510-527.
- Clarke, R., Paliza, O y Aguayo, A. (1988). Sperm whales of the southeast Pacific, Part IV: Fatness Food and Feeding. Investigation On Cetacean. G Pilleri (Ed). 21:53-195.
- Dillon, M.C. (1996). Genetic structure of sperm whale populations assessed by mitochondrial DNA sequence variation. Ph.D. thesis, Dalhousie University, Halifax, Canada : 130 pp.
- Dufault, S. y Whitehead, H. (1995). The geographic stock structure of female and immature sperm whales in the South Pacific. Report of the International Whaling Commission 45: 401-405.
- Gendron, D. (1993.) El Cachalote (*Physeter macrocephalus*) en el Golfo de California: avistamientos recientes. Abstract In: XVIII Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos. La Paz, B.C.S. Mexico.p.31.
- Jaquet, N. (1996). Sperm whale distribution in relation to biological and environmental factors in the South Pacific. Ph.D. thesis, Dalhousie University, Halifax, Canada : 148 pp.
- Jaquet, N. y Whitehead, H. (1996). Scale-dependent correlation of sperm whale distribution with environmental features and productivity in the South Pacific. Marine Ecology Progress Series 135 : 1-9.
- Jaquet, N. y Whitehead, H. (In Press). Movements, distribution and feeding success of sperm whales in the Pacific Ocean, over scales of days and tens of kilometers. Aquatic Mammals.
- Klett, T.A. 1981.Estado actual de la pesquería del calamar gigante en el estado de Baja California Sur. Serie Científica 21:11-28.
- Rice, D. W. (1989). Sperm whales (*Physeter macrocephalus*). In "Handbook of Marine Mammals", S.H. Ridgway and R. Harrison (eds), Vol. 4, River dolphins and the larger toothed whales, Academic Press, London : 177-233.



- Smith, S.C. y Whitehead, H. (1993). Variation in the feeding success and behaviour of Galápagos sperm whales (*Physeter macrocephalus*) as they relate to oceanographic conditions. *Canadian Journal of Zoology* 71 : 1991-1996.
- Torres-Jimenez, J.R. 1999. Efectos de El Niño en la producción pesquera de calamar (*Dosidiscus gigas*), Sardina (*Sardinops caeruleus*) y camarón (*Litopenaeus stylirostris*) en Sonora. Resúmen VII Congreso de la asociación de investigadores del mar de cortes, A.C. Hmo, Son.
- Waters, S. y Whitehead, H. (1990). Population and growth parameters of Galápagos sperm whales estimated from length distributions. *Report of the International Whaling Commission* 40: 225-235.
- Whitehead, H. (1989). Formations of foraging sperm whales, *Physeter macrocephalus*, off the Galápagos Islands. *Canadian Journal of Zoology* 67 : 2131-2139.
- Whitehead, H. (1996). Variation in the feeding success of sperm whales: temporal scale, spatial scale and relationship to migrations. *Journal of Animal Ecology* 65 : 429-438.
- Whitehead, H. y Gordon, J. (1986). Methods of obtaining data for assessing and modeling population of sperm whales which do not depend on catches. *Report of the International Whaling Commission (special issue 8)* : 149-166.
- Whitehead, H.; Papastavrou, V. y Smith, S.C. (1989). Feeding success of sperm whales and sea surface temperature off the Galápagos Islands. *Marine Ecology Progress Series* 53 201-203.
- Whitehead, H. y Kahn, B. (1992). Temporal and geographic variation in the social structure of female sperm whales. *Canadian Journal of Zoology* 70 : 2145-2149.
- Whitehead, H.; Christal, J. y Dufault, S. (1997). Rapid decline in sperm whales off the Galápagos Islands is likely caused by past and distant whaling. *Conservation Biology* 11 (6): 1387-1396.

## **PROPUESTA DE AREAS PROTEGIDAS EN LAS ZONAS DE CRIANZA DE CACHALOTES**

Los resultados del presente proyecto permiten confirmar de manera contundente la importancia del Golfo de California para el cachalote *Physeter macrocephalus* debido a su amplia distribución espacio-temporal a lo largo de la costa oriental de la Península y en la zona profunda, desde las grandes Islas hasta la boca del Golfo, donde se registró su presencia durante todo el año (Fig.2). La presencia de grupos de hembras acompañadas de crías (Fig.3) y de machos sexualmente maduros (Fig.4) tanto en invierno como verano denota el Golfo de California como un área de crianza y probablemente de reproducción para esta especie. Durante 1998 se registraron 21 avistamientos de crías y una alta proporción de crías por hembras dentro de los grupos, así como una alta proporción de machos por hembras comparado con otras áreas estudiadas (Tabla 3).

A diferencia de lo esperado, la amplia distribución del cachalote en el Golfo de California no permite proponer, en este momento, una área precisa de conservación para esta especie. En otras palabras, los resultados de este estudio ubican la mayor parte del Golfo como zonas de distribución de grupos de hembras e machos maduros acompañados de crías.

No obstante es de interés notar que debido a su ciclo de respiración muy largo en superficie, el cachalote es altamente vulnerable a colisiones con embarcaciones de alta velocidad. Se han desarrollado proyectos específicos del efecto de embarcaciones veloz y la distribución del cachalote en el área de las Islas Canarias donde se han reportado problemas de colisión con esta especie. Se sugiere realizar censos aéreos para determinar mediante un esfuerzo de búsqueda comparable entre las temporadas y ubicar las posibles áreas de alto riesgo de colisiones en el Golfo de California.

## **PROPUESTA DE AREAS DE ACTIVIDAD TURISTICA DE AVISTAJES DE CACHALOTE EN EL GOLFO DE CALIFORNIA**

Este estudio confirma que el cachalote es relativamente abundante en el Golfo de California y se distribuye a lo largo del Golfo principalmente en aguas profundas y cercana a la costa oriental de la península. Se sugiere al Golfo de California como un área de crianza y probablemente de reproducción, por ello existe un potencial enorme en el desarrollo de la observación de esta especie de manera ecoturística. El cachalote representa todavía una especie poco probable de ser observada en áreas normalmente desarrolladas en este tipo de observación turística debido a su distribución generalmente en aguas oceánicas. Algunas ciudades portuarias tales como Loreto, Mulege y Santa Rosalia (Fig. 5) tienen un potencial en el desarrollo turístico enfocado a la observación de esta especie durante la primavera y el verano a bordo de embarcación mayores.

Es de interés notar que por algún motivo desconocido, el cachalote no tolera bien las embarcaciones con motor fuera de borda. En contraste, las embarcaciones con motor diesel no parece causarle cambio en su comportamiento. Es necesario realizar censos comparativos mediante vuelos aéreos para ubicar con mayor precisión a las áreas de alto potencial estacional para la observación de esta especie. Desde una embarcación mayor es factible suponer que se lleve a cabo observación de cachalotes a diario a una distancia aproximadamente entre 15 y 60 millas del puerto de Loreto, Mulege o bien Santa Rosalia.

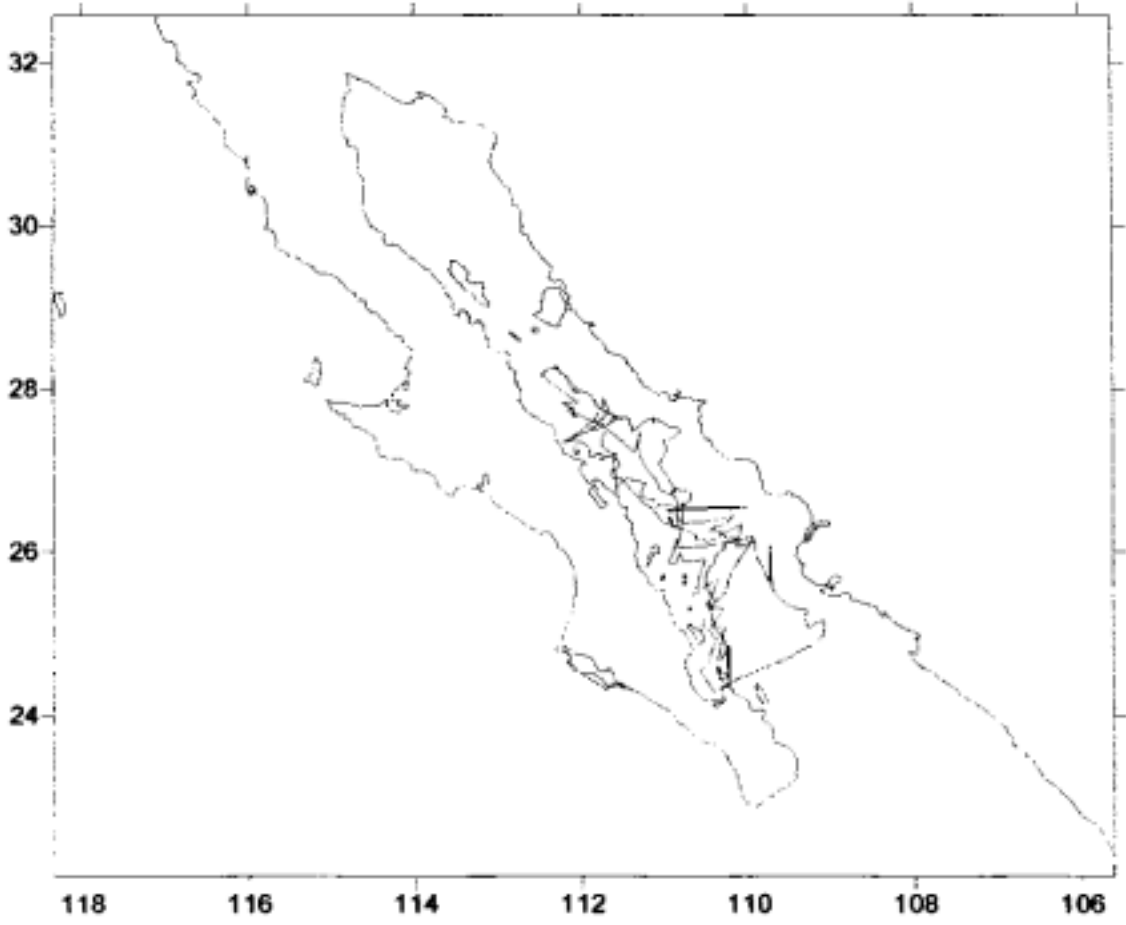


Fig.1. Navegación en esfuerzo acústico durante primavera-verano 1998.

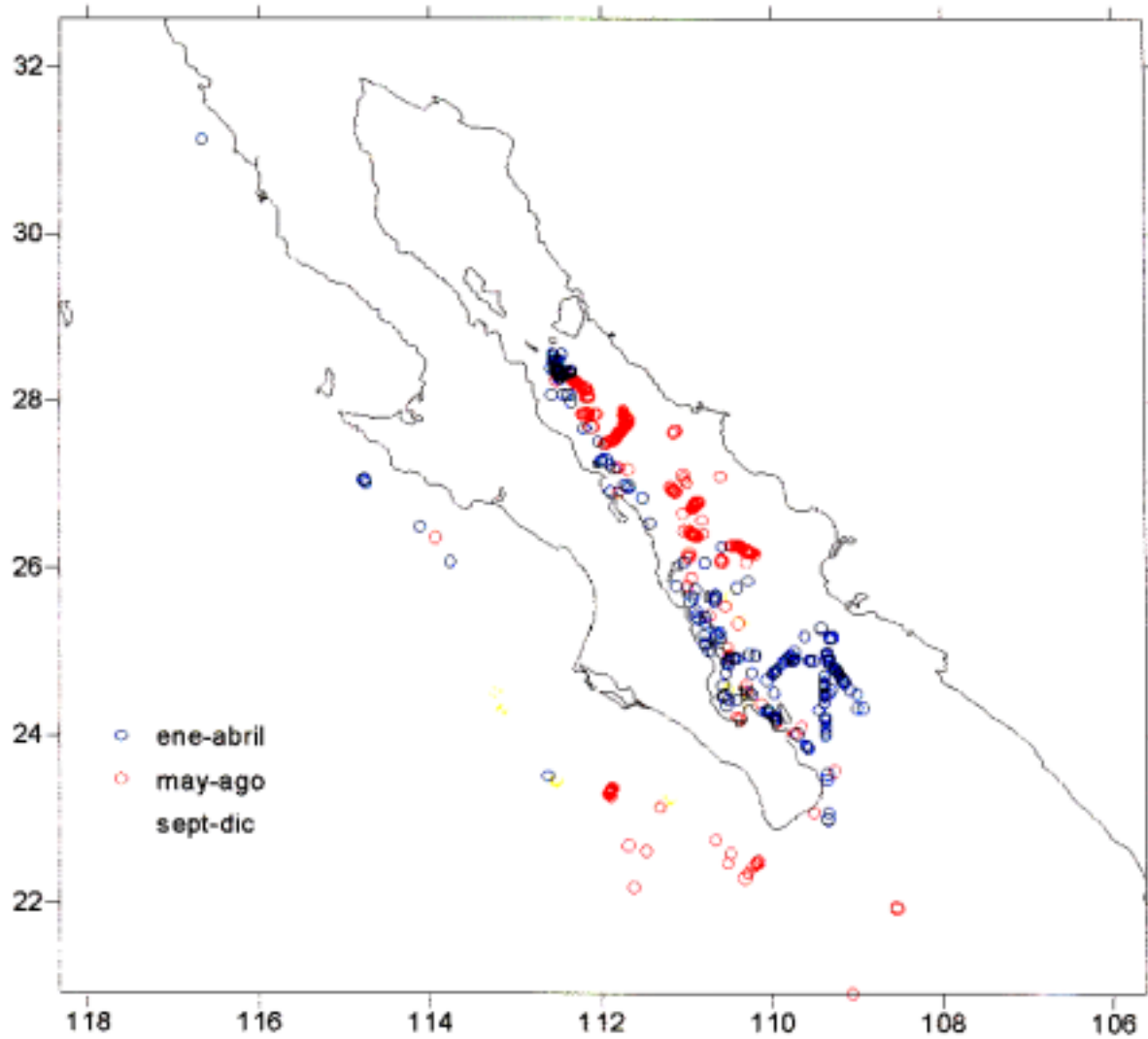


Fig.2- Distribución espacio-temporal del cachalote con base a los avistamientos (1991-1998)

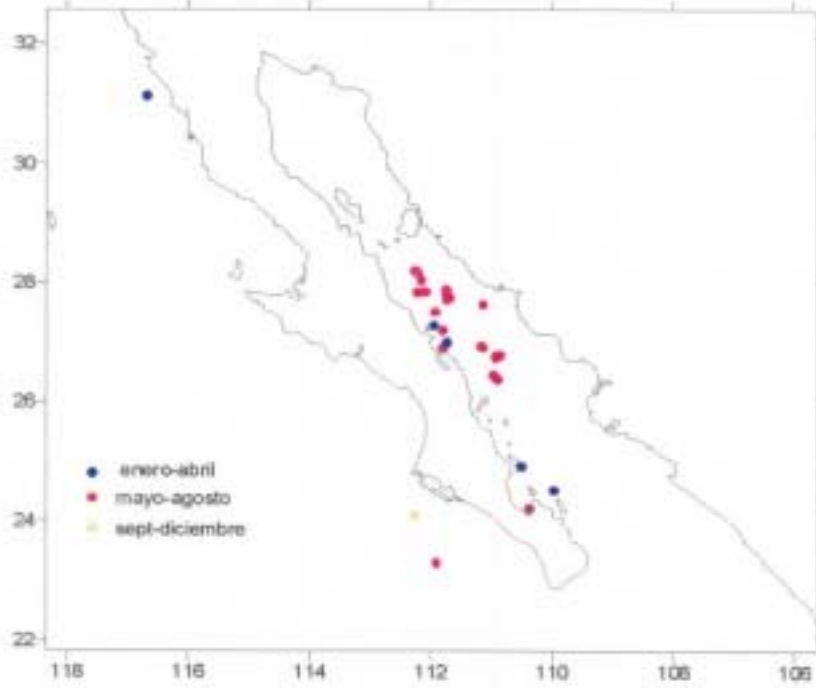


Fig. 3. Distribución espacio-temporal de las hembras avistadas con crías (1992-1998). (\*DATOS RESTRINGIDOS)

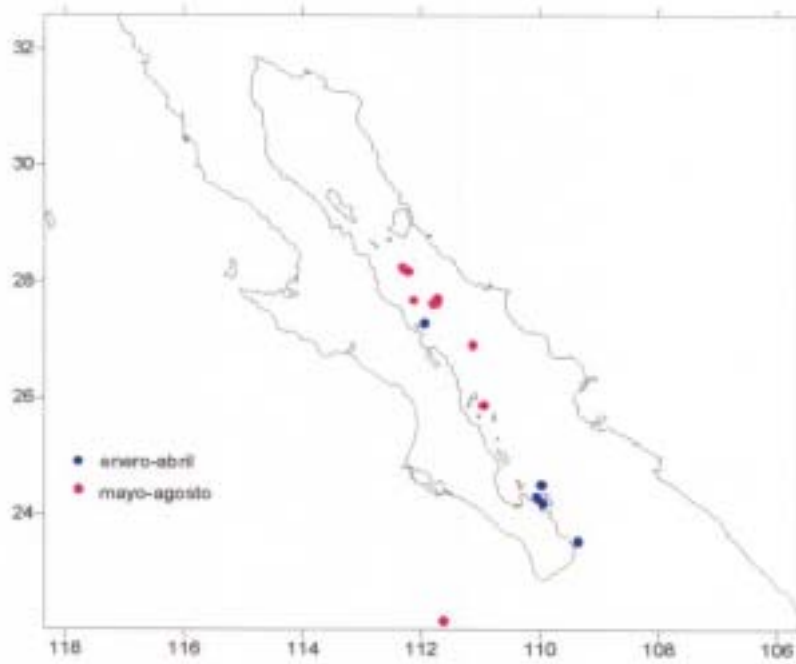


Fig. 4. Distribución espacio-temporal de macho maduros (1992-1998). (\*DATOS RESTRINGIDOS)

Tabla 1. Tasa de encuentro (horas de esfuerzo de búsqueda) de cachalote en el Golfo de California y comparación con otras zonas de mundo.

<i>AREA</i>	<i>TASA (horas)</i>	<i>CV</i>	<i>CITA</i>
<b>Golfo de California</b>	13.4	113.4	Presente trabajo
<b>1. Galápagos 1985-89</b>	23.0	3.1	Whitehead y Kahn 1992
<b>1. Seychelles</b>	25.4	6.4	Whitehead y Kahn 1992
<b>Fuera de Ecuador</b>	47.2	15.7	Whitehead v Kahn 1992