

INFORME DEL SUBGRUPO DE ESTADISTICA

(Cambridge, RU, 7 al 9 de mayo de 1996)

INFORME DEL SUBGRUPO DE ESTADISTICA

(Cambridge, RU, 7 al 9 de mayo de 1996)

INTRODUCCION

El Subgrupo de Estadística, coordinado por el Dr D. Agnew (Secretaría), se reunió del 7 al 9 de mayo de 1996 en Cambridge, RU, a fin de considerar varios temas que le fueron referidos en la reunión del WG-EMM en 1995 y que figuran en el orden del día (apéndice A). La lista de participantes y de documentos figuran en los apéndices B y C respectivamente. El informe fue redactado por la Secretaría.

CALCULO DE INDICES DE LOS PARAMETROS DE LAS ESPECIES DEPENDIENTES

2. Los métodos de estimación de los índices a partir de los datos recopilados por el CEMP se describen en los documentos WG-EMM-95/10 al 95/14. En resumen, los datos recopilados por cada método estándar son analizados a fin de calcular uno o más índices para cada combinación de sitio/especie/sexo y año. Cada combinación de índice/sitio/especie/sexo representa por lo tanto una serie cronológica. Además de los documentos enumerados en el apéndice C, el subgrupo tuvo a su disposición una versión del documento WG-EMM-95/14, revisada por la Secretaría a petición del WG-EMM-95 (SC-CAMLR-XIV, anexo 4, párrafos 5.69 al 5.73). El subgrupo examinó estos índices y deliberó acerca de varias modificaciones apropiadas.

3. En la presentación estándar de los índices calculados por la Secretaría existen dos clases de variancia fundamentalmente distintas: variancia anual y variancia interanual.

4. Incluidas en las presentaciones de WG-EMM-95/13 se encuentran la variancia anual de un índice para cada año de una serie cronológica, el valor del índice mismo y la significación estadística de la diferencia entre el valor de este índice y el del año pasado. En general, estas estadísticas se aplican correctamente y tienen cierto valor.

5. La variancia interanual ha sido utilizada en estas presentaciones a fin de calcular los intervalos de confianza del índice promedio (de varios años); los años con valores que no caen dentro de estos intervalos de confianza han sido identificados como aparentemente anómalos.

6. El Subgrupo reconoció que tanto las anomalías como las tendencias de las series de un índice son importantes. Se debe proseguir con la identificación de valores anómalos, utilizando el promedio y la variancia de las series cuando se espera que el valor del índice interanual posea una distribución normal. Sin embargo, cuando no se puede suponer que existe una distribución normal, la identificación de valores anómalos deberá efectuarse ya sea mediante cuantiles de la distribución empírica de los valores, o por la transformación a la normalidad (por ejemplo la transformación de probabilidad logarítmica $\log(p/(1 - p))$ para datos proporcionales).

7. Cuando se identifican anomalías de las distribuciones normales (ya sea naturalmente normales o transformadas a la normalidad) el largo de la serie cronológica (su duración en años) es crucial en la determinación del nivel al cual se considera que los valores son anómalos. Se utilizó un análisis empírico descrito en el apéndice D para derivar los valores de z_c en la tabla 1, a fin de ser utilizados en la identificación de anomalías; se considera que un valor es anómalo cuando $valor < promedio - z_c sd$, o, $valor > promedio + z_c sd$.

Tabla 1: Valores de z_c para la identificación de anomalías.

| Largo de la serie (no. de años) | Valor crítico z_c | Largo de la serie (no. de años) | Valor crítico z_c | Largo de la serie (no. de años) | Valor crítico z_c | Largo de la serie (no. de años) | Valor crítico z_c |
|---------------------------------|---------------------|---------------------------------|---------------------|---------------------------------|---------------------|---------------------------------|---------------------|
| | | 11 | 2.36 | 21 | 2.72 | 31 | 2.92 |
| | | 12 | 2.41 | 22 | 2.75 | 32 | 2.94 |
| 3 | 1.15 | 13 | 2.46 | 23 | 2.77 | 33 | 2.95 |
| 4 | 1.49 | 14 | 2.51 | 24 | 2.80 | 34 | 2.96 |
| 5 | 1.72 | 15 | 2.55 | 25 | 2.82 | 35 | 2.98 |
| 6 | 1.89 | 16 | 2.58 | 26 | 2.84 | 36 | 2.99 |
| 7 | 2.02 | 17 | 2.61 | 27 | 2.86 | 37 | 3.00 |
| 8 | 2.13 | 18 | 2.64 | 28 | 2.87 | 38 | 3.02 |
| 9 | 2.22 | 19 | 2.67 | 29 | 2.89 | 39 | 3.03 |
| 10 | 2.29 | 20 | 2.70 | 30 | 2.91 | 40+ | 3.04 |

8. La identificación de valores anómalos deberá en todos los casos ser efectuada solamente cuando una serie está compuesta de datos para tres o más años. Se identificaron los índices cuya distribución es supuestamente normal (A1, A7, A8a y C2). La normalidad de los índices proporcionales (A6, A8b, B2) debe ser estudiada, y luego, si es necesario, los índices deben ser sujetos a transformaciones de probabilidad logarítmica y a los tratamientos subsiguientes aptos para distribuciones normales. Los índices cuya distribución probablemente no es normal son los que conciernen a la duración de los viajes alimentarios (A2, A5 y C1), y pueden ser transformados logarítmicamente si ello confiere una semblanza de normalidad. Los índices del tamaño de la población (A3 y B1) podrán ser estudiados con mayor eficiencia mediante la transformación logarítmica y la investigación subsiguiente de las diferencias interanuales en la forma de cambios logarítmicos. La detección de anomalías

y tendencias en cualquier índice que no pueda ser tratado de esta manera debiera hacerse mediante cuantiles.

9. Todos los índices deben ser examinados para detectar tendencias aunque, hasta hace poco, las series cronológicas han sido demasiado cortas como para utilizar estadísticas de tendencias estándar (como las estadísticas Mann-Kendal). En los casos en los cuales se identifican tendencias, se deben considerar métodos para eliminar las tendencias en los datos a fin de ayudar a la identificación de años anómalos. Sin embargo, los métodos para eliminar las tendencias en los datos y los valores apropiados de z_c para las series despojadas de tendencias, requieren mayor consideración.

10. Se reconoció que a medida que la demanda de identificación de anomalías y tendencias crece, aumentarán también las exigencias en cuanto a los programas de informática, base de datos y ordenadores que se utilizan para efectuar estos análisis. Se considera muy conveniente conservar el diseño actual de los programas de informática, que se enlaza directamente con la base de datos de la CCRVMA y permite que datos adicionales sean incorporados rápidamente al análisis, aunque esto requiere la utilización de métodos estándar generales. Por esta razón, las presentaciones de los índices deben estipular claramente que las identificaciones de cambios interanuales significativos, de años anómalos y de tendencias deben tratarse simplemente como guías que ayudan al análisis de los datos. El análisis estadístico formal siempre requerirá el examen detallado de cada serie en forma individual.

11. Se hicieron varios comentarios con respecto a índices específicos.

A3 - Tamaño de la población reproductiva.

12. La adición de los porcentajes de cambios interanuales sería de utilidad en la identificación de tendencias para este índice.

13. Se consideró extensamente el problema de asegurar la continuidad de los datos para el índice del tamaño de la población. Los datos del pingüino Adelia de la estación de Syowa (tabla 2) demuestran claramente el problema.

14. Las situaciones similares a la de Syowa surgirán con mayor probabilidad cuando las razones logísticas u operacionales impiden el seguimiento de una colonia en un año dado. También se pueden dar si el conteo de la colonia fue cero pero fue informado erróneamente como nulo, o cuando las colonias se han fundido. En este último caso, se puede eludir el

problema mediante la creación de un nuevo código para la colonia que incluya la nueva colonia formada como también las colonias originales.

15. Cuando faltan cuadrículas de la matriz de colonias por año, la situación se trata en la actualidad incluyendo sólo aquellas colonias que poseen series cronológicas de largos similares en el cálculo final del índice. Para la estación Syowa, solamente se incluyó la colonia Ongul en el cálculo del índice. El subgrupo estuvo de acuerdo que aunque el método actual omite varias colonias que podrían contribuir datos de utilidad, la alternativa de omitir todos los años en los cuales faltan datos para una o más colonias no era apropiada. Mejor sería investigar métodos de interpolación de los datos que faltan para los años en los cuales al menos una colonia de un grupo ha sido conteada.

16. Entretanto, el subgrupo solicitó que una tabla similar a la tabla 2 sea presentada cada vez que se identifiquen datos que faltan en el método A3.

Tabla 2: Conteo de las colonias de la estación Syowa.

| Código de la localidad | Código de la especie | Año emergente | Colonias | | | | |
|------------------------|----------------------|---------------|----------|------|------|-------|-------|
| | | | Huku | Mame | Mizu | Ongul | Rumpa |
| SYO | PYD | 1966 | | | 39 | 103 | |
| SYO | PYD | 1967 | | | 134 | | 960 |
| SYO | PYD | 1968 | | | 180 | | 1000 |
| SYO | PYD | 1971 | | | | 113 | |
| SYO | PYD | 1972 | | | | 88 | |
| SYO | PYD | 1974 | | | | 73 | |
| SYO | PYD | 1975 | 140 | 21 | | 50 | 533 |
| SYO | PYD | 1977 | | | | 55 | |
| SYO | PYD | 1978 | | | | 46 | |
| SYO | PYD | 1980 | | 24 | | 43 | 473 |
| SYO | PYD | 1981 | | 70 | | 102 | 1145 |
| SYO | PYD | 1982 | 480 | 60 | | 122 | 1500 |
| SYO | PYD | 1983 | 310 | 53 | | 59 | 1200 |
| SYO | PYD | 1984 | 500 | 53 | | 77 | 1550 |
| SYO | PYD | 1985 | 670 | 53 | | 83 | 1224 |
| SYO | PYD | 1986 | 520 | 68 | | 158 | 1450 |
| SYO | PYD | 1987 | 434 | 72 | 247 | 82 | 1437 |
| SYO | PYD | 1988 | 750 | | 493 | 59 | 2270 |
| SYO | PYD | 1989 | 439 | | 258 | 78 | 1338 |
| SYO | PYD | 1990 | 398 | 115 | 416 | 124 | 1893 |
| SYO | PYD | 1991 | 352 | 139 | 318 | 91 | 1498 |
| SYO | PYD | 1992 | 290 | 180 | 413 | | 1485 |

A5 - Duración de los viajes alimentarios

17. En la reunión de 1995 del WG-EMM se presentaron algunas pruebas de que los pingüinos Adelia macho y hembra exhiben comportamientos diferentes en los viajes de alimentación (SC-CAMLR-XIV, anexo 4, párrafo 5.17). Actualmente, de las series de datos presentadas a la CCRVMA, pocas permiten la discriminación de este índice en base al sexo (WG EMM STATS 96/5), y el subgrupo, en tanto que se considera incapaz de ofrecer comentarios acerca del significado de las diferencias del comportamiento entre machos y hembras respecto a la duración de los viajes alimentarios, indicó que la recopilación y notificación de datos agrupados por sexo permitiría la discriminación de este índice en base al sexo en el futuro si fuese necesario. También debe identificarse el sexo cuando se notifican datos según el método A2 (turnos de incubación).

18. El subgrupo aprobó el método existente para estimar la duración de los viajes alimentarios durante las etapas de la cría y guardería por separado, pero solicitó que las tablas del promedio de la duración de los viajes alimentarios por períodos de cinco días presentados en WG-EMM-STATS -96/5 debieran producirse rutinariamente junto con los índices A5 para asistir en la interpretación.

19. Se indicó que actualmente se utilizaba una prueba-t para comparar la duración de los viajes alimentarios interanualmente y por parejas. La distribución normal anual supuesta por esta prueba probablemente no es correcta para los datos existentes concernientes a los viajes alimentarios, pero dado el gran tamaño de las muestras utilizadas actualmente, es muy probable que los promedios se encuentren distribuidos en forma aproximada a la normalidad y que por lo tanto los resultados no son engañosos. En consecuencia, se deberá conservar la metodología existente.

A6 (A6a - Polluelos emplumados por número de huevos puestos;

A6c - Polluelos emplumados por número de polluelos que salen del huevo)

20. El subgrupo convino en que el método actual para calcular el error típico binomial del éxito reproductivo era apropiado. La unidad de muestreo es el nido en lugar del huevo, lo cual conduce a: $se(p) = \sqrt{(p(l-p)/n)}$ para especies que ponen un solo huevo; y el valor de $se(p)$ se encuentra entre $\sqrt{(p(l-p)/n)}$ y $\sqrt{(p(1p)/2n)}$ para especies que ponen dos huevos, el mayor valor de $(\sqrt{(p(l-p)/n)})$ se toma como la estimación más prudente de se . Este enfoque se adopta también en la comparación de diferencias interanuales entre parejas, donde el ji cuadrado se divide por 2 para las especies que ponen dos huevos. Para evitar confusiones en el futuro, el

razonamiento para utilizar estas pruebas debiera ser explicado en mayor detalle en el texto del índice. Se propusieron varios cambios editoriales, incluyendo una explicación del resultado de amalgamar las colonias entre y dentro del año (ver el párrafo 14).

A8a - Tamaño de la ración

21. El WG-EMM indicó que en la isla Béchervaise se han notificado algunos casos de aves que retornaron a la localidad del CEMP con estómagos vacíos (WG-EMM-95/32). Solicitó del Subgrupo Sobre Métodos de Seguimiento que considerase como incorporar datos sobre estómagos vacíos en la estimación de los índices. Esta cuestión tiene importancia para el Subgrupo de Estadística, razón por la cual fue considerada también por este grupo.

22. El subgrupo reconoció que era esencial que las aves con estómagos vacíos fuesen reconocidas como miembro de una pareja reproductora con polluelos vivos, y que los estómagos vacíos sean claramente diferenciados de los estómagos casi vacíos. Con esta certeza, se consideraron dos opciones para la incorporación de datos sobre estómagos vacíos. Primero, se podría ajustar una distribución que no es normal para describir la variación anual. Sin embargo, esto requiere consideración adicional y no constituye una sugerencia por el momento.

23. En segundo lugar, la estimación actual del índice (que se supone es de distribución normal) podría aplicarse a estómagos casi vacíos solamente, con la presentación adicional de la proporción de estómagos vacíos. Si es necesario, podrían calcularse estadísticas comparativas y de tendencias sobre la proporción de estómagos vacíos, por ejemplo utilizando la transformación de probabilidad logarítmica en la proporción. Los índices obtenidos utilizando este método serían probablemente los más fáciles de interpretar, y también de calcular.

24. La manera más fácil de notificar esta información sería como un valor único que represente el número de estómagos vacíos en el formulario A8.

A8b - Categorías de presa

25. Se deben registrar en la base de datos las categorías nuevas para tipos de presa específicas de importancia especial en algunas localidades (por ejemplo *Themisto* en Georgia del Sur). No es estrictamente necesario que éstas sean presentadas en el documento de los

índices. Sin embargo, bajo los índices de ‘promedio de la proporción por peso’ se debe agregar una columna ‘otros’ para complementar las categorías actuales de calamar, peces y kril y demostrar que la suma total de las proporciones es aproximadamente 1.

26. Se indicó que la proporción dada se estimó como la proporción promedio del componente de la dieta en estómagos individuales, y no la proporción de ese componente en todos los estómagos (v.g. $\text{promedio}(p(x)_i)$, y no $p(\text{sum}(x_i))$ donde x_i es el peso del componente de la dieta x en aves i y $p(x)_i$ es la proporción del componente de la dieta x en aves i). Se considera que la estimación anterior refleja la condición de la población con mayor precisión porque toma como unidad de muestreo al ejemplar individual en lugar de a un grupo de ejemplares. Ambos métodos, sin embargo, son susceptibles a sesgos debido a problemas en la medición de pesos cuando la masa del contenido estomacal de las aves es muy variable.

27. El Sr. T. Ichii (Japón) notificó que algunos datos recientes (Jansen, inéditos) indicaron que en la población de pingüinos de barbijo habían ejemplares que buscaban alimento de día y otros que lo hacían de noche, a consecuencia de lo cual los polluelos son alimentados dos veces al día durante el período inicial de la cría, y que la composición de las presas encontrada en estos pingüinos en las diferentes horas del día eran distintas. Por ejemplo, durante la noche se habían ingerido peces y kril y durante el día sólo kril. Anteriormente, se suponía que estos pingüinos efectuaban solamente un viaje alimentario diurno.

28. Si se limita el muestreo de la dieta a una sola vez al día, esto conduciría a sesgos en los resultados de seguimiento. Sin embargo, se reconoció que esto no afectaba el método de la estimación de los índices o sus estadísticas, pero debería ser referido al Subgrupo Sobre Métodos de Seguimiento a fin de que éste examine el problema en mayor detalle y determine los modos de asegurar que el muestreo sea consecuente.

C1 - Duración del viaje alimentario del lobo fino antártico hembra

29. Este método consiste en ajustar transmisores en los lobos finos para registrar la duración de los seis primeros viajes alimentarios luego de la eclosión. Si los ejemplares no completan seis viajes, el transmisor se recobra y se sitúa en otra hembra, pero en la actualidad no se notifican los fracasos. Se sugirió que se notifiquen el número de fracasos además de los detalles de los viajes alimentarios de los lobos finos que tienen éxito en completar seis viajes; esta propuesta debería referirse al Subgrupo Sobre Métodos de Seguimiento.

30. Deberá modificarse el texto de los índices a fin de reflejar los cambios en el método de la estimación del índice que se determinó en la reunión del Subgrupo de Estadística en 1994.

C2 - Desarrollo de los cachorros del lobo fino antártico

31. Las tres series de datos que se recopilan actualmente para este parámetro (Cabo Shirreff, islas Foca y de los Pájaros) utilizan el procedimiento A donde se pesan varios cachorros en distintos intervalos durante la etapa de crecimiento. Los índices que se calculan de estos datos pueden exhibir sesgos porque es imposible identificar (y por lo tanto eliminar del análisis) a los cachorros que fueron pesados al comienzo de la temporada y que no sobreviven el destete. Estos cachorros son a menudo más pequeños que el promedio, y generalmente mueren durante el primer mes, por lo tanto disminuyen la regresión cerca del origen. Además, en temporadas poco exitosas donde hay mayor probabilidad de que mueran los cachorros, el efecto sesgante sobre la regresión estimada probablemente será mayor, lo que producirá tasas de crecimiento aparentemente mayores en las temporadas de poco éxito que en las de mucho éxito.

32. A fin de examinar este problema en mayor detalle, se deberían comparar las tasas de crecimiento que se calcularon utilizando datos provenientes de etapas tempranas y tardías en la temporada a fin de identificar sesgos consecuentes. Esto se podría lograr satisfactoriamente si los miembros utilizan datos originales en lugar de aquellos presentados a la CCRVMA.

Años extraordinarios desde el punto de vista ambiental

33. El WG-EMM solicitó que el Subgrupo de Estadística desarrollase métodos para realzar los años anómalos cuando se conoce la razón de la anomalía y si es necesario, excluirlos de los análisis de tendencias (SC-CAMLR-XIV, anexo 4, párrafo 5.83). Este informe se referirá a estos años como ‘extraordinarios’ a fin de distinguirlos de la descripción estadística de años ‘anómalos’ que se da en los párrafos 6 al 8.

34. Se consideró un ejemplo del problema referente a los albatros de ceja negra de Georgia del Sur. En ciertas ocasiones, grandes nevazones y las condiciones del hielo en la isla de los Pájaros impiden que muchos albatros aniden. En estos años el éxito de la reproducción de las aves que anidan y ponen huevos es con frecuencia cero, o aproximadamente cero. Aunque los métodos de seguimiento F3 y F4 consideran a la nieve,

hielo y a las condiciones meteorológicas locales, estas condiciones de tierra/hielo no se registran con regularidad en la isla de los Pájaros como para constituir una serie continua que sirva como un índice ambiental.

35. El subgrupo convino que cuando los investigadores consideran que ocurren eventos ambientales de importancia que afectan a los parámetros observados pero que no forman parte de un régimen de observación ambiental continuo, ellos deben ser registrados y notificados a la CCRVMA en los formularios de notificación de datos para los métodos del CEMP. Serán entonces incorporados a la base de datos como datos presentes o ausentes, presentados contiguos a los índices, y pueden ser incorporados como variables binomiales en cualquier análisis de variancia de múltiples variables de los índices. Por lo tanto, todos los formularios deben ser modificados a fin de incluir el registro de 'condiciones ambientales extraordinarias'.

EXTENSION DE LOS INDICES A FIN DE INCLUIR A LAS ESPECIES EXPLOTADAS Y LOS PARAMETROS AMBIENTALES

Índice período distancia críticos (CPD)

36. Se ha requerido que el subgrupo proporcione una revisión crítica del concepto del índice CPD (SC-CAMLR-XIV, anexo 4, párrafos 5.92 al 5.96). Este índice se estima actualmente como la captura de kril que ocurre dentro de un radio de 100 kilómetros de las colonias de depredadores durante el período de diciembre a marzo. No es una medida de la competencia entre los depredadores y la pesquería sino una expresión simple de la superposición posible entre los nichos ecológicos. El objetivo de este índice es su utilización en el proceso del entendimiento de algunas de las interacciones entre los depredadores y las pesquerías que fueron identificadas en la representación esquemática del ecosistema descrita en WG-EMM (SC-CAMLR-XIV, anexo 4, figura 3). Este concepto ha sido desarrollado más extensamente por Ichii et al. (1994), y Agnew y Phegan (1995), quienes intentaron perfeccionar aún más la estimación de la superposición real entre nichos ecológicos.

37. En la tabla 3 se presentan los cuatro niveles generales en los cuales se puede visualizar el análisis de la superposición de nichos ecológicos.

Tabla 3: Niveles del análisis de la superposición de nichos ecológicos.

| Nombre | Escala/operación | Descripción | Ejemplo |
|---------------------------|---|--|---|
| Superposición precautoria | Subárea u océano Austral. | Cubre el área total de la distribución del kril y todos los depredadores del kril. | Modelo del rendimiento potencial. |
| Superposición posible | Resolución temporal y espacial (100 km de radio) amplia. | Escala muy amplia. Las superposiciones locales o las separaciones entre los depredadores y la pesquería pueden ser omitidas o representadas incorrectamente, pero se puede ignorar el flujo. | Estimaciones actuales de CPD (WG-EMM-95/41). |
| Superposición real | Distribución horizontal de los depredadores y la pesquería en escala fina (30 x 30 millas náuticas) combinada con estimaciones de las tasas de consumo de los depredadores. | Se mide la superposición en escala fina, pero no se considera el problema mayor del flujo entre áreas en escala fina. | Enfoque de modelado sugerido por Agnew y Phegan (1995). |
| Superposición dinámica | Distribución horizontal y vertical de los depredadores y la pesquería en escala muy fina, junto con un modelado de los efectos del flujo y la disponibilidad común de la presa para ambos usuarios del recurso. | Esta sería la mejor descripción del vínculo funcional entre los depredadores y la pesquería, pero requeriría un conocimiento básico mucho más extenso del que se dispone actualmente. | Algunas consideraciones en Ichii et al. (1994). |

38. El subgrupo convino que se deberían desarrollar todos los niveles del análisis de la superposición de nichos ecológicos. Se piensa que se lograría un progreso útil en los índices de superposición potencial y real utilizando los datos disponibles y el conocimiento actual, pero que el progreso substancial del índice de superposición dinámica requeriría de datos adicionales y de mayor conocimiento biológico. El desarrollo de los índices de superposición potencial y real debería proceder en paralelo - este último se considera como un refinamiento del primero.

39. Un índice de superposición dinámica requerirá datos detallados en una escala temporal y espacial fina que sea apropiada para la escala de las interacciones entre depredador, presa y pesquería. Se debe animar a los miembros a que desarrollen programas de investigación con el objeto de recopilar datos y formular análisis.

40. El subgrupo indicó las reservas que existen con respecto a las escalas espaciales y temporales de las estimaciones existentes de CPD presentadas en SC-CAMLR-XIV, anexo 4,

párrafos 5.92 al 5.95, pero es de la opinión que no posee la experiencia necesaria para estimar adecuadamente los valores de los parámetros necesarios para estos modelos. Por lo tanto, solicitó al WG-EMM que proporcione información sobre las colonias conocidas en términos de las estimaciones mensuales de:

- i) la composición típica de la dieta (según el índice A8b); y
- ii) la amplitud máxima y modal de los viajes alimentarios.

Cuando no existen datos para una colonia, se deben inferir los valores de la colonia más cercana o similar.

41. Estos datos pueden entonces ser agrupados en las escalas espaciales y temporales más apropiadas a fin de calcular los índices de superposición potencial con la pesquería. Se propuso que la escala más amplia en la cual la agrupación sería de utilidad era anualmente para una subárea estadística. Dentro de esta escala, la agrupación de datos debería fijarse a un nivel apropiado para las especies de depredadores en cuestión. Es claro que no es probable que una sola escala temporal o espacial sea adecuada para todas las especies o áreas, pero el Subgrupo opinó que no posee datos suficientes o la experiencia para determinar estas escalas y por lo tanto solicitó el asesoramiento del WG-EMM.

42. A fin de progresar con el enfoque de la superposición real de Agnew y Phegan (1995), se requieren datos sobre la densidad de los depredadores en función de la distancia y relación a las colonias. Hay dos métodos para adquirir esta información: mediante el seguimiento satelital de ejemplares reproductores conocidos y mediante las prospecciones normalizadas efectuadas a bordo de barcos. La disponibilidad de los datos sobre la distribución de los depredadores en el mar obtenidos mediante el rastreo satelital y la observación aérea y desde barcos está en aumento, y se encomienda a los miembros que poseen dichos datos que los analicen de tal manera que proporcionen la información necesaria para la estimación del índice de superposición real. Sin embargo, la utilización de datos sobre la densidad y distribución de los depredadores en el mar requiere que estos datos sean recopilados de manera estándar utilizando los procedimientos recomendados (es decir, tomando en cuenta los sesgos causados por ejemplares en movimiento, la detección específica de cada especie, etc.) y que sean analizados tomando en cuenta los sesgos debidos a los efectos de agrupación local, desplazamientos en lugar de viajes alimentarios o alimentación, modalidades temporales en la alimentación/buceo, etc.

43. Mientras tanto, se deberá continuar estimando el índice CPD (que describe la superposición potencial) según los métodos descritos en WG-EMM-95/41, y el enfoque de Agnew y Phegan (1995) de la estimación del índice de superposición real deberá revisarse a

fin de presentarlo al WG-EMM. Las modificaciones de estas estimaciones se efectuarán cuando los datos requeridos estén disponibles y se hayan determinado las escalas espaciales y temporales adecuadas.

Índices de las especies explotadas

44. Los índices de las especies explotadas son esenciales para la interpretación de los índices de los depredadores y para la formulación del modelo conceptual del ecosistema antártico del WG-EMM. El grupo identificó varios índices que pueden ser estimados a partir de conjuntos de datos existentes o de datos que pronto estarán disponibles (tabla 4).

45. Es esencial que se desarrolle esta parte del sistema de seguimiento del ecosistema lo más pronto posible a fin de complementar los índices existentes de depredadores y el desarrollo de índices ambientales. Se recomienda encarecidamente que las investigaciones sobre la viabilidad de la estimación de estos índices, la disponibilidad de datos, y la aplicación de estos índices a los objetivos del WG-EMM se inicien lo más pronto posible, y que los resultados provisionales sean presentados al WG-EMM en 1996.

46. Se reconoció que el flujo del kril puede potencialmente complicar la interpretación de muchos de estos índices. La escala espacial de un índice debería ser lo suficientemente amplia como para que, suponiendo que las tasas de producción calculadas por el taller Sobre la Evaluación de los Factores del Flujo del Kril (SC-CAMLR-XIII, anexo 5, apéndice D), la biomasa del kril sujeta al flujo a través de las fronteras de un área debiera ser despreciable comparada con el stock total dentro del área, en la escala temporal de la recopilación de los datos.

Parámetros ambientales que influyen en las especies explotadas

47. La Secretaría está actualmente en el proceso de calcular varios índices de la distribución del hielo marino (WG-EMM-95/41), y un grupo de trabajo por correspondencia coordinado por el Dr. D. Miller (Sudáfrica) está estudiando los índices y otros aspectos de la interacción del hielo marino con otros componentes del ecosistema antártico. El subgrupo no hizo comentarios adicionales sobre este parámetro.

48. Actualmente existen datos para varios parámetros ambientales adicionales que pueden tener importancia en la determinación del estado del ambiente marino y que podrían influenciar la distribución y abundancia de las especies explotadas. Estos son:

- i) la presencia/posición de las zonas frontales;
- ii) la temperatura de la superficie del mar (sst); y
- iii) el flujo del agua superficial en la plataforma continental (medidas de ADCP).

El estrés eólico, la agitación de la superficie del mar y las anomalías geopotenciales constituyen otras variables cuyos datos se derivan de satélites, pero se consideran de importancia secundaria en el ejercicio actual.

Tabla 4: Índices propuestos para las especies explotadas.

| Objetivo: Determinar... | Índice | Origen y disponibilidad de los datos | Escala | Descripción |
|--|---|--|---|--|
| Tendencias de las poblaciones de las especies explotadas a gran escala | CPUE por área | Comercial [datos Statlant B (Resolución de Subarea) actualmente disponibles] | Subárea Estación (verano solamente) | Calcular la captura/hora y captura/día a nivel de subárea por flota, o por un nivel normalizado flota/barco estipulado en el análisis GLM. Los diferentes índices CPUE posiblemente responden de diferentes maneras según el área/flota. Por ejemplo, es probable que la captura/día sea apropiada para la flota japonesa en el sector del océano Indico donde se requiere un esfuerzo considerable en la búsqueda, pero la captura por hora probablemente será la que mejor refleja la densidad de la mancha en el sector del océano Atlántico donde generalmente no es necesaria la búsqueda. Sin embargo, ya que las áreas de pesca no confluyen con las localidades del CEMP en el sector del océano Indico, se propone dedicar esfuerzo en desarrollar este índice para el océano Atlántico mientras tanto. |
| Distribución de las especies explotadas a gran escala | Captura relativa o distribución de CPUE entre áreas definidas | Comercial [datos de captura en escala fina actualmente disponibles. Datos CPUE en escala fina disponibles para algunas flotas actualmente] | Subárea Estación | Dentro de una subárea, supone que las flotas operan como unidad. Supone también que dentro de las subáreas, se explotan de preferencia áreas de pesca identificadas por experiencia previa, pero que la flota se desplazará entre las áreas favorecidas según las tasas de captura en esas áreas. Por ejemplo, en la Subárea 48.1 la flota japonesa explota de preferencia el área de la isla Livingston, siempre que no encuentre el área de la isla Elefante particularmente productiva. La flota está entonces actuando como un depredador selectivo y su distribución reflejará la de la especie explotada. Un índice de esta distribución puede ser calculado mediante la elección de dos o más áreas de pesca y estimando el cociente entre las capturas efectuadas en ellas en la temporada en consideración. |
| Abundancia local | Densidad promedio del kril de varias prospecciones | Investigación [prospecciones acústicas locales] | Áreas de 100 x 100 millas náuticas cuadradas para meses específicos | Las prospecciones locales de kril han demostrado que la distribución y abundancia del kril pueden variar considerablemente en las escalas temporal y espacial. Por lo tanto se requieren varias prospecciones de un área restringida en un intervalo de tiempo restringido, por ejemplo seis semanas en enero/febrero de cada año. |
| Distribución local | Densidad local del kril en relación a las colonias | “ | “ | Se podrían utilizar varias estimaciones de la distribución del kril: por ejemplo la distancia entre las colonias de depredadores y el centroide de la densidad del kril; la distancia mínima y máxima de una localidad a otra cuya densidad de kril está definida; cambios en el análisis espectral de la densidad del kril. Este índice necesita ser estudiado extensamente. |
| Distribución local vertical | Profundidad de los cardúmenes de kril | “ | “ | Estimar la profundidad mínima y máxima de altas densidades de kril, o la proporción de kril en estratos de profundidad (por ejemplo la profundidad del estrato mixto) y por hora. |
| Abundancia de la población | Densidad del kril por subárea/región | Investigación [prosp. sinópticas con téc. acústicas] | Subárea u otra región grande | Es claro que no es práctico efectuar una prospección sinóptica anualmente. Sin embargo, es esencial efectuar una prospección cada varios años a fin de calibrar otros índices de la densidad de la población, y para determinar las tendencias a largo plazo de la abundancia del kril. |
| Demografía | Proporción del reclutamiento | Investigación [redes de arrastre] | Subárea u otra región grande | Varios investigadores están desarrollando métodos de estimación de la proporción del reclutamiento (R _i) (ver por ejemplo de la Mare (1994) y Siegel y Loeb (1995)). |
| Demografía | Composición de tallas comerciales | Comercial [redes de arrastre] | Regional | Kawaguchi y Satake (1994) han demostrado previamente que las tendencias en la composición por tallas de las capturas comerciales pueden correlacionarse con los parámetros ambientales. Los datos de composición por tallas comerciales deben ser separados por región cuando se conoce la existencia de diferencias biogeográficas mayores - por ejemplo en la Subárea 48.1 se encuentran ejemplares pequeños en la región costera y ejemplares mayores lejos de la costa, de manera que es necesario separar los componentes costeros y de alta mar. |

49. De estos datos se pueden derivar dos índices:

- i) Anomalías de la temperatura de la superficie del mar (sst), medidas en posiciones de importancia para las localidades del CEMP, para cada mes de la temporada de reproducción; y
- ii) flujo del agua (transporte), medido en enero/febrero, en varias cuadrículas a escala fina cercanas a localidades del CEMP .

50. El primero de estos puede ser calculado utilizando datos disponibles públicamente, y esto debería ser llevado a cabo por la Secretaría antes de la reunión del WG-EMM en 1996. El último solamente estará disponible mediante el diseño de áreas estándar de seguimiento efectuado por organizaciones de investigación. Se encomienda a los miembros la formulación de métodos estándar para el seguimiento de este parámetro.

Parámetros ambientales que influyen en las especies dependientes

51. Ya se han definido en la CCRVMA varios métodos para el seguimiento del hielo marino desde la localidad del CEMP, como también las condiciones meteorológicas locales y la cobertura de nieve en una localidad del CEMP (Métodos F1, F3 y F4). Aunque los miembros están recopilando datos, ellos no son notificados en la actualidad y esto impide la estimación de índices para estos parámetros. Se encomendó la creación de formularios estándar para la notificación de estos datos al WG-EMM y se exhortó a los miembros a presentar estos datos en series cronológicas que sean comparables a los datos de los depredadores ya existentes. También se debe recomendar el registro de condiciones ambientales extraordinarias, como se indicó en los párrafos 33 al 35.

52. Se recomendó que se intente desarrollar métodos para la estimación del conjunto completo de índices ambientales que ya se han definido, esto es:

- i) índices del hielo marino
 - a) el número de días sin hielo
 - b) la distancia desde la localidad del CEMP al borde del hielo marino;
- ii) índices marinos
 - a) las anomalías de la temperatura de la superficie del mar (sst),
 - b) el flujo del agua;

- iii) índices terrestres
 - a) el hielo marino observado desde la localidad del CEMP
 - b) las condiciones meteorológicas locales (es decir la temperatura, anomalías mensuales de la velocidad del viento)
 - c) la cobertura de nieve.

PRESENTACION

53. El WG-EMM había solicitado que la Secretaría desarrollase un mecanismo para representar el estado de los índices y los datos de las tendencias cuantitativamente a fin de reemplazar las tablas cualitativas actuales del SC-CAMLR-XIV, anexo 4, tabla 3. WG-EMM-STATS-96/7 propuso un método de representación, en la cual una variable aleatoria normal estándar ($z = (x - \bar{x})/sd$) se calcula para cada índice. Se hicieron tabulaciones adicionales de una presentación cualitativa de estos datos y de los índices originales.

54. El subgrupo consideró que esto era un paso preliminar de utilidad en la transición del análisis cualitativo al análisis cuantitativo de los índices. Sin embargo, se expresaron dudas acerca del hecho que las series normalizadas sin medir enmascaran información importante contenida en los índices, debido a que los índices no gozan necesariamente de una distribución normal (ver párrafo 8) y porque la magnitud de los índices mismos puede ser importante. También es motivo de preocupación el que las series normalizadas cambien cada año a medida que aumenta la duración de la serie cronológica de la cual se derivó el promedio y la desviación cuadrática media.

55. El primer motivo de preocupación se eliminaría mediante las transformaciones siguientes efectuadas antes del cálculo de la variable aleatoria normal estándar:

- i) datos distribuidos normalmente: ninguna transformación;
- ii) proporciones: transformación de probabilidad logarítmica;
- iii) distribución del radio de los viajes alimentarios: transformación logarítmica (sujeta a mayores estudios); y
- iv) tamaño de la población: cambios anuales, expresados como diferencias entre los logaritmos de los conteos de las colonias en años adyacentes, puede tener una distribución normal, pero esto deberá ser estudiado en mayor detalle.

Estas transformaciones debieran ser presentadas al lado de cada índice en el informe de índices del CEMP de la Secretaría.

56. El segundo y tercer motivo de preocupación serían eliminados si la serie normalizada se presentase gráficamente, como guía a la interpretación de anomalías y tendencias en los índices, en lugar de valores que pueden ser utilizados en análisis adicionales. Así se entendería que los análisis adicionales deberían utilizar los índices originales y no las series normalizadas.

57. El subgrupo también considero el problema de la presentación de tendencias en el informe del WG-EMM. Queda claro de los análisis presentados en WG-EMM-STATS-96/7 que la presentación subjetiva y cualitativa actual (SC-CAMLR-XIV, anexo 4, tabla 3) puede ser engañosa. La presentación actual, por localidad, especie, método y año también es difícil de interpretar. Sería de mayor utilidad si el WG-EMM presentase un resumen de las anomalías y tendencias por sitio, especie y año (es decir, una evaluación de ecosistema luego del análisis cuantitativo de todos los índices para una localidad y especie en particular).

58. Se propuso el siguiente enfoque estructurado para que el WG-EMM pueda estudiar los índices:

- i) estudio de un documento que presente las anomalías y tendencias por localidad y por especie, que será preparado por la Secretaría;
- ii) efectuar un análisis sistemático de los índices por área, localidad y especie. Se deberá proceder mediante reiteraciones de:
 - a) el examen de una representación gráfica de las series normalizadas (tal como en wg-emm-stats-96/7) a fin de identificar las tendencias generales y los vínculos entre los parámetros y las especies. Se proporcionará como referencia una representación cualitativa de estas anomalías y una tabla de valores de índices;
 - b) análisis adicional detallado de las características indicadas por las series normalizadas, mediante el examen de los índices actuales y de los valores que figuran en presentaciones similares a la de wg-emm-95/13 y 95/14; y

- iii) si es necesario, la modificación del documento descrito anteriormente en (i) que presenta anomalías y tendencias por localidad y especies. Este documento entonces debería constituir la base de la presentación en el informe del WG-EMM.

59. Se reconoció que la etapa (ii) representaría una cantidad de trabajo considerable para el grupo de trabajo. Se facilitaría el trabajo si se pusiese a disposición de los miembros en el período intersesional los datos y los programas de informática necesarios para la estimación de los índices. Se reconoció que los datos estarían disponibles de acuerdo a las normas de acceso usuales de la CCRVMA pero solo sería posible proporcionar los programas que actualmente se utilizan en la Secretaría, que son actualmente Access-MS.

60. El mecanismo descrito anteriormente serviría para asistir en la transferencia de datos desde la Secretaría al WG-EMM y de éste al Comité Científico. Sin embargo, esto representará una cantidad considerable de trabajo para la Secretaría y su desarrollo puede tomar varios años. Los tres niveles de análisis que se requieren de la Secretaría son: índices y valores tal como en WG-EMM-95/13 y 95/14; valores normalizados para las series, índices de cambios cualitativos y tabulaciones de las fuentes de origen tal como en WG-EMM-STATS-96/7; y un resumen de las anomalías y tendencias significativas.

CLAUSURA DE LA REUNION

61. Se adoptó el informe. Al clausurar la reunión el coordinador agradeció a la British Antarctic Survey por la organización de la reunión. También agradeció a los participantes por su entusiasmo y contribuciones a la misma, expresando que los resultados de ella representarían un gran avance en la labor de la CCRVMA y el WG-EMM hacia la evaluación cuantitativa del ecosistema.

REFERENCIAS

- Agnew, D.J. and G. Phegan. 1995. Development of a fine-scale model of land-based predator foraging demands in the Antarctic. *CCAMLR Science*, Vol 12: 99-110.
- de la Mare, W.K. 1994. Estimating krill recruitment and its variability. *CCAMLR Science*, Vol 1: 55-69.

- Ichii, T., M. Naganobu and T. Ogishima. 1994. An assessment of the impact of the krill fishery on penguins in the South Shetlands. *CCAMLR Science*, Vol 1: 107-128.
- Kawaguchi, S., and M. Satake. 1994. Relationship between recruitment of the Antarctic krill and the degree of ice cover near the South Shetland Islands. *Fisheries Science*, 60 (1): 123-124.
- Siegel, V. and V. Loeb. 1995. Recruitment of Antarctic krill *Euphausia superba* and possible causes for its variability. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 123: 45-56.

ORDEN DEL DIA

Subgrupo de Estadística
(Cambridge, RU, 7 al 9 de mayo de 1996)

1. Introducción
 - i) Inauguración de la reunión
 - ii) Organización de la reunión y adopción del orden del día

2. Estimación de los índices de los parámetros de las especies dependientes
 - i) Revisión del progreso de las tareas asignadas a la Secretaría en WG-EMM (SC-CAMLR-XIV, anexo 4, párrafos 5.69 al 5.76)
 - ii) Desarrollo de métodos para la incorporación de datos sobre estómagos vacíos en los índices de la dieta
(Esta tarea fue asignada al Subgrupo Sobre Métodos de Seguimiento (SC-CAMLR-XIV, anexo 4, párrafo 5.27) pero es más apropiada a la experiencia del Subgrupo de Estadística)
 - iii) Desarrollo de métodos para realzar años anómalos, cuando se conoce la razón de la anomalía y si es necesario, para excluirlos de los análisis de tendencias (SC-CAMLR-XIV, anexo 4, párrafo 5.83)

3. Extensión de los índices para incluir a las especies explotadas y los parámetros ambientales
 - i) Proporcionar una evaluación crítica del concepto del índice CPD (SC-CAMLR-XIV, anexo 4, párrafos 5.92 al 5.96)
 - ii) Desarrollo de índices satisfactorios para las especies explotadas y los datos ambientales (SC-CAMLR-XIV, anexo 4, párrafos 7.89 y 7.95)

4. Representación
 - i) Desarrollar un procedimiento para representar el estado de los índices y los datos de las tendencias en forma cuantitativa a fin de sustituir la tabla 3 (mediante, por ejemplo, las desviaciones, en unidades de SD, de un promedio a corto o largo plazo). Se requiere aquí la consideración de los depredadores, de las especies explotadas y de los índices ambientales (SC-CAMLR-XIV, anexo 4, sección 8)

5. Asesoramiento al WG-EMM

6. Cierre de la reunión.

LISTA DE PARTICIPANTES

Subgrupo de Estadística
(Cambridge, RU, 7 al 9 de mayo de 1996)

| | |
|---------------------|--|
| BOYD, Ian (Dr) | British Antarctic Survey High Cross, Madingley Road Cambridge CB3 0ET United Kingdom i.boyd@bas.ac.uk |
| CROXALL, John (Dr) | British Antarctic Survey High Cross, Madingley Road Cambridge CB3 0ET United Kingdom |
| EVERSON, Inigo (Dr) | British Antarctic Survey High Cross, Madingley Road Cambridge CB3 0ET United Kingdom i.everson@bas.ac.uk |
| HOLSBECK, Ludo (Dr) | Department of Biology University of Brussels Pleinlaan 2 1050 Brussels Belgium cjoiris@vnet3.vub.ac.be |
| ICHI, TARO (Mr) | National Research Institute of Far Seas Fisheries Orido 5-7-1, Shimizu Shizuoka 424 Japan ichii@enyo.affrc.go.jp |
| MANLY, Brian (Dr) | University of Otago PO Box 56 Dunedin New Zealand bmanly@maths.otago.ac.nz |

MURRAY, Alastair (Dr)

British Antarctic Survey
High Cross, Madingley Road
Cambridge CB3 0ET
United Kingdom
a.murray@bas.ac.uk

NAGANOBU, Mikio (Dr)

National Research Institute of Far Seas Fisheries
Orido 5-7-1, Shimizu
Shizuoka 424
Japan
naganobu@enyo.affrc.go.jp

VERGANI, Daniel (Dr)

Department of Biology
University of Brussels
Pleinlaan 2
1050 Brussels
Belgium
zstangan@isl.vub.ac.be

WATTERS, George (Dr)

US AMLR Program
Southwest Fisheries Science Center
PO Box 271
La Jolla, Ca. 92038
USA
watters@amlr.ucsd.edu

SECRETARIA:

AGNEW, David (Administrador de Datos) CCAMLR
23 Old Wharf
Hobart Tasmania 7000
Australia
ccamlr@ccamlr.org

LISTA DE DOCUMENTOS

Subgrupo de Estadística
(Cambridge, RU, 7 al 9 de mayo de 1996)

| | |
|------------------------|--|
| WG-EMM-Stats-96/1 | PRELIMINARY AGENDA FOR THE 1996 MEETING OF THE WG-EMM SUBGROUP ON STATISTICS |
| WG-EMM-Stats-96/2 | LIST OF PARTICIPANTS |
| WG-EMM-Stats-96/3 | LIST OF DOCUMENTS |
| WG-EMM-Stats-96/4 | BACKGROUND INFORMATION FOR THE SUBGROUP ON STATISTICS MEETING, CAMBRIDGE, 7-9 MAY 1996 Secretariat |
| WG-EMM-Stats-96/5 | DATA REQUIREMENTS FOR METHOD A5 D.J. Agnew (Secretariat) |
| WG-EMM-Stats-96/6 | A FINE-SCALE MODEL OF THE OVERLAP BETWEEN PENGUIN FORAGING DEMANDS AND THE KRILL FISHERY IN THE SOUTH SHETLAND ISLANDS AND ANTARCTIC PENINSULA D.J. Agnew and G. Phegan (Secretariat) |
| WG-EMM-Stats-96/7 | CALCULATION OF A STANDARDISED INDEX ANOMALY D.J. Agnew (Secretariat) |
| DOCUMENTOS VARIOS | |
| WG-EMM-95/10 | DEVELOPMENTS IN THE CALCULATION OF CEMP INDICES 1995 Data Manager |
| WG-EMM-95/11 | CALCULATION OF INDICES OF SEA-ICE CONCENTRATION USING DIGITAL IMAGES FROM THE NATIONAL SNOW AND ICE DATA CENTRE D.J. Agnew (Secretariat) |
| WG-EMM-95/12 Rev. 1 | INDEX PART 1: INTRODUCTION TO THE CEMP INDICES 1995 Data Manager |
| WG-EMM-95/13 Rev. 1 | INDEX PART 2: CEMP INDICES: TABLES OF RESULTS 1995 Data Manager |

WG-EMM-95/14
Rev. 1 INDEX PART 3: CEMP INDICES: FIGURES 1995
Data Manager

WG-EMM-95/32 STOMACH FLUSHING OF ADELIE PENGUINS (CEMP METHOD A8)
Judy Clarke (Australia)

WG-EMM-95/41 KRILL CATCH WITHIN 100 KM OF PREDATOR COLONIES FROM
DECEMBER TO MARCH (THE CRITICAL PERIOD-DISTANCE)
Data Manager

WG-EMM-95/46□□□□ DRAFT: DIFFERENCES IN THE FORAGING STRATEGIES OF MALE
AND FEMALE ADELIE PENGUINS
Judy Clarke and Knowles Kerry (Australia) and Enrica Franchi
(Italy)

VALORES CRITICOS PARA SERIES CRONOLOGICAS ALEATORIAS NORMALES

Supongamos que una serie cronológica anual consiste de valores aleatorios independientes X_1, X_2, \dots, X_n de una distribución normal con un promedio μ , desviación cuadrática media σ . Si denominamos al promedio y la variancia de las observaciones $M = \sum X_i / n$ y $s^2 = \sum (X_i - M)^2 / (n - 1)$. Entonces las ecuaciones

$$Z_i = (X_i - M) / s, \tag{1}$$

$i = 1, 2, \dots, n$ tendrán la misma distribución para todos los valores de μ y σ , pero esta distribución dependerá de la duración de la serie en número de años n .

A fin de detectar años extraordinarios es posible calcular los valores absolutos $Z_i, i = 1, 2, \dots, n$, y verificar si acaso uno de ellos, es ‘significativamente’ grande. Para determinar si Z_i es significativamente grande se le puede comparar con el valor que solamente es excedido al azar (por ejemplo) en 5% de las series cronológicas. Esto permite que uno o más de los años de una serie sea definido como extraordinario.

El procedimiento para determinar el valor crítico de Z_i es como se demuestra a continuación para una serie de duración n :

- a) simular valores de $n X_1, X_2, \dots, X_n$ de una distribución normal estándar donde $\mu = 0$ y $\sigma = 1$.
- b) convertir los valores de X_i a valores de Z_i mediante la ecuación (1).
- c) encontrar $Z_{max} = \text{Max} \{ Z_1, Z_2, \dots, Z_n \}$, el máximo valor de los valores absolutos de Z .
- d) repetir (a) hasta (c) muchas veces a fin de determinar la distribución de Z_{max} .
- e) elegir el valor crítico de Z que será el que es excedido en 5% de las series.

El valor crítico obtenido de esta manera actúa como control para las pruebas múltiples inherentes al considerar n valores de Z para cada serie porque si la serie cronológica en consideración consiste de valores aleatorios de una distribución normal, entonces la probabilidad de proclamar a uno o más años como extraordinarios es solamente 0.05. Los valores críticos para este procedimiento se presentan en la tabla 1 del texto principal.