



INSTITUTO DEL MAR DEL PERU

# INFORME

Nº 81

FAO: Proyecto PNUD/FAO-PER/76/022

PARTE I : "Informe del Consultor para el Proyecto, FAO-PER/76/022  
Cubriendo el Trabajo de Abril/Mayo/1979".

y

PARTE II : "Evaluación de Capturas en el Lago Titicaca y en el Río Amazonas  
en el Perú."

Por: *D. W. Chapman*

PARTE III : "Evaluación del Programa de IMARPE para la Evaluación Pesquera  
en la Amazonía."

Por : *J. M. Kapetsky*

PARTE IV : "Informe Relativo a los Estudios Limnológicos a Realizar en la  
Amazonía Peruana."

Por : *Argentino A. Bonetto*

PARTE V : "Evaluación de la Situación Actual del Proyecto FAO-PER/76/022  
en Iquitos, y Recomendaciones para el Mejoramiento de los  
Procedimientos de Limnología y Biología Pesquera."

y

PARTE VI : "Características de Inundación en los Ríos y Areas de Captación en la  
Amazonía Peruana: Una Interpretación Basada en Imágenes del  
'Landsat' e Informes de 'Onern'."

Por : *Peter B. Bayley*

Traducción y Edición del  
Editor Científico *A. Landa C.*

EVALUACION DE LA SITUACION ACTUAL DEL PROYECTO  
FAO-PER/76/022 EN IQUITOS Y RECOMENDACIONES  
PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS PROCEDIMIENTOS DE  
LIMNOLOGIA Y BIOLOGIA PESQUERA

por:

PETER B. BAYLEY

FAO Consultant  
Departamento de Oceanografía  
Dalhousie University  
Halifax, Nova Scotia,  
Canadá

8 de junio de 1981

CONTENIDO

	<u>Pag.</u>
1.0. TERMINOS DE REFERENCIA .....	212
2.0. PROGRAMA .....	212
3.0. LIMNOLOGIA: EVALUACION DE DATOS Y RECOMENDACIONES .....	213
3.1. EVALUACION DE LOS DATOS Y METODOS ACTUALES .....	214
3.2. Tipificación en gran escala de áreas utilizando datos limnológicos .....	219
4.0. EVALUACIONES DE PESQUERIA Y RECOMENDACIONES .....	222
4.1. Métodos actuales.....	222
4.2. Alternativa aproximada.....	225
5.0. BIOLOGIA PESQUERA Y RECOMENDACIONES.....	229
5.1. Pesca experimental .....	229
5.2. Muestreo de mercado .....	230
5.3. Muestreo de pesca artesanal durante cruceros .....	233
6.0. CURSO DE ESTADISTICA .....	235
7.0. INTEGRACION DE DATOS LIMNO/HIDROLOGICOS Y DE PESQUERIA .....	237
7.1. Hidrología .....	238
7.2. Procedimientos comparativos a corto plazo .....	238
7.3. Procedimientos comparativos a largo plazo .....	239
8.0. EQUIPO NECESARIO .....	240
9.0. COMENTARIOS FINALES Y RECONOCIMIENTOS .....	240
10.0. REFERENCIAS .....	241

## 1.0. TERMINOS DE REFERENCIA

1. Evaluar datos limnológicos colectados a la fecha.
2. Distribuir y diseñar subsecuentemente procedimientos de muestreo
3. Dictar cursos breves en diseño experimental y estadísticas en Iquitos y Puno.

Se sugirió originalmente que se pasaran tres semanas en Iquitos y una en Puno si ésto era juzgado necesario por el Dr. G. Hanek. Fue evidente que el personal de Puno ya había sido asesorado debidamente en limnología y que el Sr. LeVieil podía asesorar eficientemente en la distribución de pesquerías en ese lugar. Consecuentemente, la mayoría de mis esfuerzos se concentraron en la asistencia referente a limnología, pesquerías y estadísticas en Iquitos.

El segundo término de referencia lo he interpretado de acuerdo al progreso ya alcanzado por el proyecto.

## 2.0. PROGRAMA

- |              |  |
|--------------|--|
| mayo 5       | Salida de Halifax, Canadá.   |
| mayo 6 - 7   | Llegada a Roma - Instrucciones.  |
| mayo 8       | Salida de Roma, llegada a Lima.  |
| mayo 9       | Consulta con el Dr. Hanek, Senior Technical Advisor, PER/76/022.   |
| mayo 10      | Revisión de los datos de pesquería del Lago Titicaca con el Sr. LeVieil, Associate Expert, PER/76/022.   |
| mayo 11 - 12 | Continuar la evaluación L. Titicaca, estudiar los informes del proyecto con relación a la región amazónica consultar con Dr. Hanek acerca de las prioridades en el programa de trabajo. Determinar la practicabilidad de utilizar facilidades de computación existentes en Lima para los datos de Iquitos. |
| mayo 13      | Lima a Iquitos. Consultar con H. Guerra, Jefe de IMARPE, Iquitos y conocer al personal.  |
| mayo 14      | Visita a la Estación de Quistococha, Iquitos, inspeccionar la colección de peces preservados y los aparejos de pesca. Discutir problemas de logística del laboratorio de Iquitos.  |
| mayo 15      | Excursión al Río Nanay y Río Amazonas, habitats de desborde cerca a Iquitos. Observaciones de la pesca comercial y artesanal y entrevistas con los pescadores.   |

- mayo 16 - 17 Planeamiento del curso de estadística.
- mayo 18 Excursión de campo con red de arrastre al Río Itaya. Migración de peces inmaduros, muestreo e identificación.
- mayo 19/  
junio 2 Curso en estadísticas básicas y matemáticas aplicadas. Análisis de datos de limnología (durante las tardes) y datos de pesquería de los cruceros del "Rosendo Melo," con personal de IMARPE.
- mayo 24 Consultas con el personal del proyecto (G. Hanek, D. LeVieil) en Iquitos.
- mayo 28 Seminario sobre métodos para la evaluación de las pesquerías y su administración, con referencia a las pesquerías multiespecíficas en la cuenca amazónica. Inspección de equipos de muestreo y métodos limnológicos.
- mayo 30 Consulta con G. Hanek en Iquitos.
- junio 3 Reunión con el personal profesional de IMARPE para discutir las recomendaciones propuestas.
- junio 4 Regreso a Lima.
- junio 4 - 8 Escribir informe.
- junio 1 - 8 Discusión del informe con el personal del proyecto (G. Hanek, D. LeVieil) en Lima.
- junio 8 Salida de Lima a Canadá.

### 3.0 LIMNOLOGIA: EVALUACION DE DATOS Y RECOMENDACIONES

La finalidad de los estudios limnológicos en el Laboratorio de Iquitos es proporcionar un mejor entendimiento de la producción de peces y mejorar la predicción del rendimiento de la pesquería. Existen esencialmente dos líneas teóricas de aproximación:

- a) Estimar la productividad de peces partiendo de la productividad primaria y siguiendo las eficiencias de la cadena alimentaria.
- b) Estimar el rendimiento usando un índice de productividad que pueda ser utilizado para comparar sistemas ecológicamente similares.

El método determinístico (a) no podrá desarrollarse todavía por muchos años por varias razones ya indicadas por Chapman (1979). Lo que actualmente sabemos acerca de desbordes de los ríos tropicales es que son extremadamente complejos, tanto física como biológicamente. Por ejemplo, existen varias fuentes importantes de fijación de carbón y una cantidad considerable de energía y carbón fijado pasa a través de

de un sistema complejo de detritus.

Nos vemos obligados a aceptar la aproximación (b), que es estadística y comparativa. Es ya de nuestro conocimiento que los parámetros que describen el grado de desborde son de primera importancia en el control de la producción de peces ya sea en el sentido biológico o pesquero. Pero gran parte de la variancia residual debería ser explicable, en principio, por algún índice de "riqueza" que se discutirá en el punto 3.2.

Primeramente, se intentó evaluar los datos y métodos actuales para poder decidir qué, y cuándo, debe medirse tomando en cuenta las consideraciones arriba enumeradas.

### 3.1. Evaluación de los datos y métodos actuales.

Es importante tener en mente que el personal que trabaja en limnología no ha recibido virtualmente ninguna orientación práctica desde que el proyecto empezó. Las mediciones se han efectuado sin objetivos claros. Se han tomado mediciones de demasiados factores, lo cual ha resultado en series interrumpidas de datos y en insuficiente cobertura. La presentación voluminosa de datos de poco valor en grandes cuadros sin ninguna forma de condensación gráfica o estadística no ayuda al conocimiento del proceso.

Con respecto a lo último, se ha ploteado conductividad versus estación del año para varios ríos, conductividad versus transparencia (discos Secchi), concentraciones de  $Ca^{++}$  y  $Mg^{++}$  versus conductividad para diferentes estaciones del año, así como alcalinidad versus dureza total. Algunas correlaciones fueron calculadas. Este trabajo fue encomendado a Luis Azabache y Arturo Nájjar para que adquirieran práctica en la presentación y evaluación preliminar de datos. Los resultados, así como aquellos referentes a otros factores influenciaron en las recomendaciones presentadas en 3.2 y 3.3. Sin embargo, es necesario comentar primero sobre los métodos utilizados en lo que respecta a su exactitud y aplicabilidad como índices de "riqueza."

### Conductividad

Este es probablemente el mejor índice de "riqueza" por varias razones (Sección 3.2 ). Las conductividades de superficie del Río Amazonas y Río Ucayali en días consecutivos durante los cruceros indicaron una marcada tendencia hacia arriba con el tiempo, lo que no corresponde con la variación estacional entre los cruceros. Los electrodos están encajados en un molde de plástico opaco con cuatro huecos de acceso. El fabricante indica que la sonda puede dejarse para que se seque después de lavada en agua destilada, lo cual se ha estado efectuando durante los cruceros. Sospecho mucho que tanto el lavado inadecuado (el lavado es difícil por la alta concentración de sólidos) como el secado subsecuente han causado una acumulación de electrolitos. Mi experiencia con agua turbia corriente abajo y con una caja transparente (vidrio) indicó la necesidad de un mejor lavado. También ayudaría que la sonda no se seque sino que se conserve en un gran volumen (más o menos 300 ml) de agua destilada entre las lecturas.

Una traducción al castellano de los procedimientos de calibración fué enviada de IMARPE, la cual, como el personal de IMARPE notó, estaba equivocada. Las instrucciones originales en inglés, aparentemente no habían sido enviadas. Es de vital importancia que se manden las instrucciones originales o que una tabla que muestre la conductividad de soluciones de KCL en varias temperaturas se obtenga y se envíe a Iquitos. Las mediciones actuales son similares a aquellas estimadas de las mediciones de TDS de Gibbs (1967) en el Amazonas peruano. Sin embargo, existe el peligro que ocurran desviaciones a largo plazo debido a los posibles depósitos en los electrodos y que sea necesario una limpieza química. Una recomendación final es que las mediciones deben ser estandarizadas a 20°C.

### Nutrientes

En teoría, los compuestos de nitrógeno inorgánico, no elemental, disuelto o de fosfato inorgánico disuelto, deberían ser los mejores índices de "riqueza." Sin embargo, existen dos problemas. Primero, el equipo en Iquitos es conveniente para

aguas muy eutróficas y los métodos para los valores más bajos, típicos de la región, son difíciles y toman mucho tiempo. Segundo, las tasas de flujo son altas y las variabilidades de concentración a corto plazo y espacio son considerables en los biotopos de las inundaciones. Una descripción adecuada de las áreas requiere numerosas mediciones. No recomiendo más mediciones de nutrientes entre las prioridades señaladas en este informe debido al equipo que actualmente está en uso.

Dureza total,  $[Ca^{++}]$ ,  $[Mg^{++}]$ , Alcalinidad

Las tres primeras de éstas no son independientes ya que su concentración de magnesio  $[Mg^{++}]$  se calcula por diferencia. No pude verificar la exactitud de estas mediciones, pero son métodos estándar y tengo razones para creer que se están llevando a cabo correctamente por el químico de IMARPE, Arturo Nájjar.

Los análisis preliminares de correlación a los que nos referimos anteriormente indicaron que  $[Mg^{++}]$  y  $[Ca^{++}]$  fueron directamente proporcionales a la conductividad, con pequeña variabilidad, usando datos de los ríos en creciente o sea en el máximo nivel de agua. Sin embargo, cuando el nivel del agua era bajo, las proporciones cambiaron y fueron más variables. Esto se debe a que el agua regresa hacia el río desde una variedad de habitats en las áreas desbordadas lo cual puede afectar las proporciones iónicas diferencialmente (e.g. por la absorción de iones por Eichnornia crassipes o por mecanismos complejos en el agua de los sustratos del fondo).

El efecto neto tal como aparece en algunos ríos (por ejemplo, el bajo Ucayali) fue de una conductividad mucho más alta durante la vaciante (setiembre-octubre) con un desproporcionado cambio en  $[Ca^{++}]$  y  $[Mg^{++}]$ .

Con el objeto de encontrar índices de productividad, no necesitamos preocuparnos mucho acerca de los mecanismos que intervienen, pero sí de tipificar las cuencas de ríos o secciones en gran escala, lo que significa evitar estaciones del año y áreas que son variables debido a efectos locales. Cuando el nivel del



agua es alto pero continúa elevándose, existe uniformidad de conductividad de sitio en sitio (observación personal en el Amazonas medio) y ésto también es cierto cuando las correlaciones entre estaciones del año con  $[Mg^{++}]$  y  $[Ca^{++}]$  (o dureza total) y la alcalinidad entre los ríos son buenas.

Por lo tanto, deberíamos considerar las mediciones y correlaciones de estas entidades como una póliza de seguro para cuando el medidor de conductividad se malogre y haya que sufrir la demora inevitable para su reemplazo o reparación.

Teniendo ésto en mente, ~~deben~~ continuar las mediciones de estas variables en combinación con algunas medidas de conductividad hasta que la correlación entre los ríos, en períodos hidrológicos equivalentes (que no siempre se dan en la misma época del año) estén mejor definidas. Tendremos entonces para elegir entre varios parámetros que pueden predecir conductividad en el futuro cuando sea necesario.

#### Oxígeno

Las concentraciones de gas oxígeno disuelto pueden ser muy bajas o cero en áreas locales en los habitats de inundación, debido principalmente al alto grado de descomposición vegetal. Esto afecta la distribución de los peces. Sin embargo, ésto ocurre en escalas pequeñas de tiempo y espacio y no pueden ser relacionadas a la producción de pesquerías, la cual debido a las migraciones y la metodología de la estimación tiene que medirse en una escala mucho mayor. Yo creo que es muy dudoso que existan diferencias en las concentraciones de oxígeno entre áreas de desborde como un todo, a no ser que existan diferencias en las alteraciones del habitat, que podrían entonces afectar otros factores tales como la vulnerabilidad de los peces a las artes y las proporciones de especies existentes.

Debe también considerarse la posibilidad del efecto inverso. Una parte considerable de la productividad total de peces se debe a especies que se alimentan de detritos (principalmente Prochilodontidae y Curimatidae) que dependen parcialmente de la

vegetación descompuesta que origina altos niveles de BOD. Por lo tanto, aún cuando fuera práctico tomar los cientos de mediciones necesarias de  $O_2$  para representar un área promedio durante un tiempo, podríamos muy bien encontrar una relación negativa con respecto a la producción de peces.

Existieron algunos problemas para entender las instrucciones de calibración de los oxímetros. Son instrumentos delicados aún en condiciones ideales y muy propensos a subestimar el valor real si el flujo sobre el electrodo es insuficiente bajo altas condiciones de BOD. Empero el proceso de tomar muestras de profundidad y luego fijarlas para aplicar el método de Winkler puede oxigenar la muestra. El procedimiento estándar debe incluir lectura de los dos oxímetros y una determinación de superficie por Winkler así como tomar muestras replicadas con el muestreador Van Dorf cuando se utilice. Medidas de  $O_2$  disuelto en profundidad, área y a intervalos cortos de tiempo son esenciales para una representación dinámica de una cocha (lago de inundación) o tahuampa (inundación de bosque); pero este trabajo, lógicamente difícil, no es una prioridad. Es evidente, de las discusiones arriba mencionadas, que las mediciones de  $O_2$  para tipificar áreas en una gran escala no son recomendables.

#### Discos Secchi

La simplicidad de esta medida de transparencia conlleva el peligro de una interpretación simple. La baja transparencia debida a la alta suspensión de mineral de arcilla (agua "blanca") impide la productividad primaria neta de fitoplancton, pero no tiene efecto en aquella de macrofitas emergentes. El agua "blanca" parcialmente clarificada puede dar la misma transparencia que el agua "negra," pero la primera es mucho más productiva en términos ya sea de fitoplancton (a condiciones de mezcla similares) o macrofitas debido al más alto contenido de nutrientes.

La lectura de un disco Secchi en combinación con una especificación del color es útil en la descripción de la penetración de agua "blanca" en los desbordes. Pero la conductividad puede medir ésto en una forma menos subjetiva.

No está claramente determinado aún si las lecturas de disco Secchi pueden aumentar la información dada por la conductividad o uno de sus correlatos. Por lo tanto, yo sugiero que las lecturas deben continuarse ya que son fáciles de efectuar y proveen un estándar de comparación (el fondo blanco) para determinar el color del agua. Sin embargo, yo sugeriría que los discos sean pintados con frecuencia ya que su actual condición puede conducir a subestimaciones.

#### Datos biológicos

En este punto yo incluyo biomasa de fito y zooplancton y su distribución en especies. Desde el punto de vista de la producción total de peces estas medidas pueden conducir a errores por las razones citadas anteriormente. El muestreo y las subsecuentes mediciones son tediosas y sólo valen la pena cuando se efectúa un estudio especializado relacionado a las cadenas alimentarias. También debería incluir aquí los extremadamente tediosos muestreos del perizoo asociado con las macrofitas, que es muy abundante.

No recomiendo un uso extenso de estos métodos como medición de "riqueza" con respecto a la total productividad de peces, a despecho que la probabilidad de las reservas de zooplancton puedan ser cruciales para la sobrevivencia de peces juveniles.

### 3.2. Tipificación en gran escala de áreas utilizando datos limnológicos.

En vista de la facilidad de las mediciones, una positiva relación con la reserva de nutrientes y de la cantidad de datos disponibles para comparación con otras áreas tropicales de inundación, las medidas de conductividad corregidas a 20°C deberían ser la fuente estándar de los datos descriptivos.

Las buenas alternativas de la conductividad (por lo menos en tiempo de creciente) tales como la dureza total,  $(Ca^{++})$  o  $(Mg^{++})$  o alcalinidad deben utilizarse cuando los medidores de conductividad se encuentren fuera de uso; así también debe utilizarse

los datos obtenidos antes de la adquisición del medidor.

He discutido con los limnólogos los sitios dónde se debe muestrear regularmente en los ríos mayores. Anteriormente se había tomado algunas muestras aguas abajo de las confluencias de los ríos mayores tales como en el Amazonas justo aguas abajo de las confluencias con los ríos Ucayali y Marañón. Evidentemente existe un grado desconocido de mezcla lateral en tales posiciones. Alternativamente, durante todos los cruceros, el Ucayali y el Marañón pueden ser muestreados río abajo, y el Amazonas cerca a Iquitos.

Aún cuando esta discusión concierne sólo a la conductividad en los ríos, es en todo el habitat de desborde donde los mecanismos contribuyen mayormente a la productividad de peces. Si bien es probable que los desbordés como un todo puedan ser tipificados por la conductividad del río en la creciente, deben tomarse algunas muestras a lo largo de las secciones entre el río y el borde de las áreas inundadas al máximo nivel de agua, ya que algunos desbordés pueden recibir un aporte significativo de afluentes de diferentes conductividades.

Durante el próximo crucero será conveniente tomar réplicas de las muestras de conductividad y otras mediciones recomendadas, por dos o más personas, tomando mediciones alternativas en el mismo lugar para poder estimar la precisión de los métodos. La eficiencia solamente será mantenida a largo plazo mediante calibraciones cuidadosas y renovación de reactivos. La variabilidad a corto plazo debido a causas naturales debería también ser chequeada mediante mediciones en el mismo lugar durante días consecutivos y entre períodos largos, parando en las mismas estaciones al regreso del crucero. Estas recomendaciones pueden parecer innecesarias a aquellos que se encuentran familiarizados con las áreas cercanas al centro de la cuenca o con sistemas menos dinámicos. Pero los datos indican una gran variabilidad a corto plazo como la de los datos de nivel de agua, lo cual se debe a factores relacionados con la cercanía de los ríos a los Andes. Esto también se nota en las medidas de con-

conductividad de los ríos de agua "negra" que se han muestreado que, tal como lo anotó Luis Azabache, son más altas que aquellas correspondientes a la clasificación de Sioli basada en la hoya media y baja del Amazonas.

Debe admitirse que el uso de conductividad como un índice de "riqueza" de la productividad de peces es sólo una docta conjetura. Aún cuando fuera proporcional a los nutrientes inorgánicos disueltos, podría no tener una relación similar con los nutrientes en los sustratos del fondo que pueden contribuir a la productividad de los peces vía varios mecanismos. Algunas mediciones de nutrientes en los suelos de las zonas de desborde, tales como la del nitrógeno por el método Kjeldhal pueden ser un mejor índice, considerando la importancia de los detritos en el sistema. No estoy sugiriendo que el personal de IMARPE realice estas mediciones, pero pueden existir récords de análisis de suelo en las zonas de desborde y esta posibilidad debería ser investigada por medio de la literatura ya existente.

Los índices de "riqueza" deben utilizarse en conjunción con los datos hidrológicos que indican el grado de inundación. Esto se discute en la Sección 7.

En conclusión, yo recomendaría la siguiente frecuencia en el muestreo. En los próximos dos cruceros deberán tomarse cinco muestras replicadas de la conductividad de superficie en cada estación junto con una muestra de la dureza total, dureza de calcio y alcalinidad. Cuando se obtengan datos de peces en los caseríos (Secciones 4.2 y 5.3), este proceso deberá ser repetido en días consecutivos en la misma estación para estimar la variabilidad natural a corto plazo y distinguirla debida a la precisión de las medidas. Para los ríos la hora del día no es importante, pero en las cochas la hora debería ser estandarizada, digamos entre las 9 y 13 horas. Ya he discutido con los limnólogos dónde muestrear.

### 3.3. Mediciones a largo plazo en frecuencias regulares.

La frecuencia, tanto dentro cada estación del año como entre años, de las mediciones a gran escala en la cuenca o secciones de ella que hemos discutido, está limitada por cuestiones logísticas de los cruceros del "Rosendo Melo."

Me preocupó que no se hayan efectuado mediciones cerca a Iquitos donde los ríos Amazonas, Nanay, Itaya y varias cochas son fácilmente accesibles por medio de pequeñas embarcaciones o vehículos. Se debería empezar a tomar mediciones mensuales regulares de conductividad en estaciones fijas en estas áreas junto con lecturas de disco Secchi y observaciones de la coloración del agua. Los efectos importantes estacionales y a largo plazo, tales como cambios debidos a variaciones del habitat, podrían monitorizarse junto con las mediciones de nivel de agua que realizan las autoridades portuarias en Iquitos.

#### 4.0. EVALUACIONES DE PESQUERIA Y RECOMENDACIONES

Los principales objetivos del Programa de Evaluación de la Pesquería son la evaluación de los rendimientos anuales y estacionales con suficiente exactitud como para detectar cambios de un año a otro o de una estación a la siguiente que podrían estar relacionados con factores naturales o socio-económicos (Kapetsky, 1979). El actual sistema de colección de datos sobre factores socio-económicos en el campo parece satisfactorio y no se comentará mayormente.

Una crítica del presente sistema se presenta en el punto 4.1 seguido por un método alternativo en el punto 4.2. Hasta donde ha sido posible he utilizado los términos definidos por Bazigos (1974).

##### 4.1. Métodos actuales.

Las ventajas de un muestreo al azar estratificado en las investigaciones pesqueras debería ser obvio. Idealmente, los estratos deben ser definidos en tal forma que la variancia dentro de ellos sea minimizada a fin de maximizar la eficiencia del muestreo y obtener límites de confianza aceptables en la estimación

del rendimiento total. El problema es cómo se estratifica un área nueva para el investigador. Una estratificación arbitraria basada sólo en criterios geográficos y/o limnológicos puede dar buenos resultados si el esfuerzo pesquero no está muy concentrado dentro de cada estrato.

Ciertamente, éste no es el caso de la Amazonía peruana. La productividad pesquera está afectada por el tamaño de los desbordes (e.g. comparar los ríos grandes (RG) como Ucayali y Marañón), siendo otros factores igual. Sin embargo, la distribución del esfuerzo es muy influenciada por la facilidad de acceso a los pueblos grandes que afecta la actividad comercial y artesanal por varias razones. Este efecto está más marcado en las cuencas de los ríos de la amazonía debido a la menor densidad de la población humana en comparación con muchas de las aldeas africanas y asiáticas. Cuando la población rural es mayor, la producción pesquera en el lugar está mucho más relacionada a los factores limnológicos e hidrológicos.

La pesca en menor escala, no está ni aproximadamente distribuida al azar a lo largo de cada río. Por ejemplo, en ríos pequeños (el estrato RP) existe a menudo alguna pesca cerca de la boca de los mismos pero no sucede lo mismo río arriba. Es bien sabido que la mayoría de la pesca comercial se ejercita en los ríos mayores y principales y sólo penetra pequeñas distancias en la parte baja de los ríos pequeños.

Otro de los efectos mayores en la exactitud de la evaluación a base de cruceros de captura es la unidad que se haya escogido. Como Bazigos (1974) ha demostrado, el conteo de canoas como unidad estadística ha dado buenos resultados en los lagos africanos. Esto ha sido aplicado a los ríos, incluyendo los del actual proyecto. La captura total para un estrato es por lo tanto el estimado del total de la "población" de canoas multiplicado por el promedio diario de la captura por esfuerzo de las canoas, el mismo que debe ser corregido por el porcentaje de actividad de canoas:

Rendimiento total por estrato por estación =  
(N° total de canoas) (captura por canoa pescando)  
(proporción de canoas pescando)

Cada uno de estos tres componentes tiene su variación. Los límites de confianza del producto de los dos últimos fueron estimados mediante cruceros durante 1980 y 1981 como parte del método del trabajo. Las variaciones menores se dieron en los ríos grandes (RG) en tiempo de vaciante produciendo límites de confianza de alrededor de  $\pm 70\%$  del promedio estimado basado en 30 observaciones. Otros estimados a menudo excedieron de  $\pm 100\%$ . Kapetsky (1979) estimó valores de 28% a 47%, pero éstos se basaban en las variaciones estimadas separadamente para los componentes, no asumiendo correlación entre ellos la que en realidad es significativamente positiva. Pero como Kapetsky indica, aún estos estimados no son lo suficientemente precisos para detectar las diferencias año a año.

No creo necesario discutir los problemas de estimar el número de canoas en los ríos y cochas en diferentes estaciones, ya que ésto ha sido revisado y comentado por Kapetsky (1979) y Chapman (1980). Sin embargo, los datos sobre conteo de canoas pueden ser utilizados para determinar hasta qué distancia de los caseríos se alejan los pescadores (por ejemplo, ver Fig. 3 en Kapetsky, 1979).

Mucho de la variación se debe a los cortos períodos de oscilación (2 a 4 días) en la captura por canoa por día, debido a la migración de peces ("mijanos") que ocurren separados por períodos irregulares. Esto significa que el período óptimo de referencia (Bazigos, 1974) necesita ser más amplio de lo que usualmente es cuando se utiliza la unidad de canoas. La variabilidad del rendimiento entre años se deberá principalmente a las diferencias en el porcentaje de canoas pescando y la captura por esfuerzo más que al número de canoas, lo cual es infortunado ya que estos componentes tienen la mayor variación por costo de unidad de muestreo.



Los rendimientos de la pesca comercial tienen que ser estimados separadamente. Pero este estrato no es independiente del método de conteo de canoas porque (1) los botes comerciales son "botes madrina" y usan un promedio de dos canoas (pero con mejores aparejos produciendo mayor captura por esfuerzo), (2) los pescadores locales venden el exceso de captura (usualmente en forma salada) a los pescadores comerciales o "transportistas" y "regatones", y (3) muchas unidades comerciales contratan pescadores locales y les prestan aparejos.

En conclusión, los recursos disponibles son inadecuados para aumentar la intensidad del muestreo y dar razón del sesgo que satisfaga los objetivos de la estimación del rendimiento utilizando esta estratificación y metodología.

#### 4.2. Alternativa aproximada.

El propósito de este informe es constructivo. Lo que antecede debería ilustrar el peligro de la aplicación de conceptos a priori.

Me ha sido muy grato saber que mucho de lo que puntualizo a continuación había sido ya visto por el personal de FAO antes de mi llegada, desde finales de enero de 1981 (G. Hanek, comunicación personal). La estratificación no necesita basarse principalmente en áreas geográficas o limnológicas. Se trata de evaluar el rendimiento de la pesquería y no la biomasa de peces o alguna característica limnológica. La naturaleza de la pesquería o pesquerías debería ser determinada adquiriendo primero la información local que permita definir tanto las unidades estadísticas como las de estrato.

Los principales estratos propuestos son (1) rendimiento basado en consumo per cápita en los caseríos (aldeas y villorrios) y (2) todos los peces comercializados exceptuando aquellos negociados en los caseríos o entre ellos. El estrato (1) no debería confundirse con la pesquería artesanal ya que la última incluye comercialización de peces (4.1). El estrato (2) no está

compuesto íntegramente por el rendimiento de botes comerciales que abastecen a los pueblos grandes (ver 4.1). Debería evaluarse en los puertos de entrada (ver Sección 5.0) y salida del área (e.g. Colombia) como se ha determinado recientemente por el personal de FAO (G. Hanek com.pers.).

Los estimados de consumo de peces per cápita de varias áreas han sido ya colectados a través de varios proyectos, tanto privados como del gobierno, algunos de los cuales tienen relación con los cambios estacionales. Aún cuando toda esta información debe ser completamente revisada, la actual información indica que el promedio anual de consumo per cápita para la "selva baja" no estaría fuera del rango de 100 g a 300 g de pescado fresco por persona por día. Ya que actualmente se están obteniendo buenos datos de población humana, ya contamos con la base para efectuar mejores estimados que aquellos de usar la canoa como una unidad. Se recomienda sin embargo, obtener otras estimados mediante el muestreo directo por personal de IMARPE. Lo que sigue ha sido ya discutido con el personal de Iquitos.

La estratificación debe efectuarse sobre la base de caseríos grandes (más de 30 casas) y caseríos pequeños en una proporción de 1:2. Las áreas cubiertas por el "Rosendo Melo" deben concentrarse en lugares donde la densidad de población rural sea mayor que la que muestran las áreas usadas anteriormente.

El muestreo de un día es inadecuado. Se recomienda una estadía de por lo menos cuatro días por caserío, este período puede ser mejorado luego que el método sea probado. La unidad estadística debe ser la casa de una sola familia, lo cual es equivalente a FEU. Un investigador deberá poder monitorear un grupo de dos o tres casas cercanas. Sin embargo, diferentes investigadores deberán seleccionar sus grupos al azar dentro del caserío. Esto puede hacerse más fácilmente debido al hecho de que la mayoría de las casas se encuentran en línea siguiendo la restinga.

Los peces existentes en stock. al comenzar el muestreo, los

peces comprados, los peces vendidos, y cualquier pez que quede al final último día del período de referencia deberá pesarse. Se deberá anotar el estado de los peces (entero, eviscerado, descabezado o seco-salado) y asimismo, anotar los factores de conversión apropiados que se han utilizado cuando sea necesario.

Una romana de 1 kg con divisiones de 5 g sería muy útil, pero deberían existir balanzas más grandes (Sección S.C).

El promedio de consumo diario per cápita puede ser calculado sobre la base del número total de habitantes de todas las edades en la casa. Gran parte de la variabilidad entre casas puede deberse a diferente distribución de edades. Aunque no es posible monitorear eficientemente el consumo individual ni la información demográfica es por edades, se debe anotar la edad de los habitantes. Esto en sí mismo podría dar un estimado previo de distribución de edades cuando la totalidad de la información sea combinada. La edad a la cual los bebés empiezan a alimentarse con pescado debería ser anotada. La aproximación de Bergman (1974) sobre el consumo relativo de proteínas por grupos de edad podría entonces ser utilizada para suprimir la mayor parte de la variabilidad entre casas debido a diferencias de estructura de edades si es que no hubieran mejores datos disponibles.

Dentro del área cubierta por el crucero caseríos grandes y pequeños deben anotarse por igual y luego seleccionarlos al azar dentro de cada estrato antes de diseñar la ruta de crucero más económica. Debería ser posible muestrear seis caseríos durante un crucero incluyendo cerca de 40 casas en total.

Tal esquema experimental podría utilizarse para encontrar las principales fuentes de variación utilizando el análisis de variancias anidadas. Esquemas de muestreos más eficientes podrían ser entonces diseñados. El tiempo utilizado en cada caserío podría también servir para usar los cuestionarios socio-económicos más intensamente, para medir las variables limnológicas en el área y determinar su variabilidad a corto plazo, y pro-

blemente algo más importante como determinar las especies, tamaño y aparejos utilizados por FEU como se discute en el punto 5.3.

Los límites geográficos de este método de muestreo deberían incluir la selva baja que es el área con mayores desbordes. Experiencias recientes indican que las áreas de la selva alta son mejor muestreadas en los mercados (como un sustrato del estrato (2)) ya que la mayoría de los peces son importados de los grandes ríos desbordables (G. Hanek - com.pers.).

Yo no esperaría que el consumo per cápita varíe mucho de año a año, ya que existen indicaciones de que la captura por esfuerzo es generalmente alta lo que resulta en que se requiere poco tiempo para la pesca. Asimismo, las fuentes alternativas de proteína son caras excepto en algunas áreas durante las crecientes donde la caza es fácil. La variación estacional de consumo per cápita debe ser monitoreada mediante una apropiada secuencia de cruceros.

Las fluctuaciones anuales del rendimiento total se deberían integrar al estrato de los peces comercializados (2) aún si las causas son naturales. Esta es otra razón por la cual se propone aquí la estratificación. El estrato (2) contiene varios sustratos definidos de acuerdo a criterios operacionales, definiciones que han sido o serán hechas por personal de IMARPE y FAO. Ejemplos obvios son los grandes pueblos o ciudades dentro de la selva baja y la selva alta y las exportaciones a Colombia. Un esquema del muestreo de mercados que se llevaría a cabo por el personal de IMARPE en Iquitos se esboza en la Sección 5.2.

El esquema permite la distribución de rendimientos de ambos estratos en áreas definidas por criterios hidrológico/limnológicos. El uso futuro de estos datos para propósitos comparativos se discutirá en la Sección 7.0.

## 5.0. BIOLOGIA PESQUERA Y RECOMENDACIONES

Incluyo aquí todos los aspectos importantes del programa de evaluación de pesquerías que no se incluyen en la sección 4.0. La siguiente división en pesca experimental, muestreo de mercado y muestreo de campo se basa en criterios operacionales.

### 5.1. Pesca experimental.

No existen aparejos de pesca adecuados ni pescadores para poder considerar un programa experimental de pesca en esta etapa. Las redes "honderas" no son suficientemente profundas para pescar en muchos habitats importantes. Las redes agalleras no tienen un rango completo de tamaños de malla y no existen réplicas. Aún si se efectuaran los gastos para corregir estas deficiencias, se necesitaría dos buenos pescadores con cerca de 30 años o más de experiencia con diferentes aparejos cuyos salarios tienen que ser altos para compensar sus prósperos ingresos. Serían valiosos no sólo por su experiencia pesquera, sino también por su conocimiento del comportamiento de los peces y de lo que los aparejos no capturan. Estos beneficios no podrán ser apreciados a no ser que los biólogos acompañen a los pescadores en todas sus operaciones experimentales de pesca.

Los actuales programas de pesca experimental necesitan un gasto de hombres-días para el remiendo de redes. Este gasto es considerable para las redes agalleras en estos habitats. De otra manera, el resultado será una serie de descontinuada captura por unidad de esfuerzo, cuya considerable variación no será posible explicar dada la falta de muestras en algunos momentos y en algunos habitats.

Me veo forzado a tomar esta actitud de abogado del diablo debido al poco apoyo que el Laboratorio de Iquitos ha recibido a la fecha en materia de gastos de mantenimiento. Sería muy fácil para mí diseñar y recomendar un programa experimental sofisticado pero éste tendría muy poco chance de durar más de 6 meses. Esto significaría tiempo y dinero perdido a expensas

de dejar de efectuar otros programas más prácticos que se recomiendan a continuación.

## 5.2. Muestreo de mercado.

Actualmente uno de los asistentes de IMARPE ha estado midiendo y pesando "boquichico" y dos especies de Curimatidae conforme se sacaban de las cajas de los botes pesqueros hasta llegar a una cuota. Esto no permite estimar las proporciones de especies en la captura y no provee información sobre otras especies. Cerca de dos horas se utilizan por bote, midiendo y pesando una gran cantidad de peces, pero esto deja poco tiempo para hacer comparación entre botes. Todos los peces medidos son también pesados.

Tantos pesos individuales no son necesarios y se utiliza tiempo que podría ser usado para medir otras especies y muestrear más botes. En resumen, las dos balanzas de resorte que se están usando son demasiado grandes (25 kgs) o demasiado pequeñas (250 g) para la mayoría de los peces y éstas no han sido calibradas. Las balanzas de resorte en este clima y ambiente de trabajo deberían ser revisadas cada 6 meses y cualquier falla del retorno a cero en cualquier momento debería ser informada. Se ha explicado una técnica para calibración con el equipo existente.

Un nuevo sistema de muestreo ha sido sugerido para que se efectúe en conjunto con Marle Villacorta y el asistente de registros, Salatiel Barrera. Desafortunadamente, el prototipo no pudo prepararse a máquina a tiempo para incluirse en este informe.

Tiene las siguientes características:

1. Se muestra una parte del cajón de hielo no muy lejos de donde el pescador se encuentra descargando y pesando y se marca un área cuadrada de 50 cms X 50 cms. Este espacio cuadrado se utiliza especialmente para peces de menos de

50 cms de longitud, los cuales son la gran mayoría (sin embargo, ver 4 abajo).

2. Este cuadrado se muestrea desde la superficie hasta el fondo del cajón ya que la variación entre capas es mayor que dentro de las capas, dado que la pesca proviene de diferentes cardúmenes o habitats.
3. Todos los peces son identificados (hasta el género para las especies pequeñas) y medidos. La hoja de datos está diseñada de tal manera que cada décimo pez de una especie es pesado sin tener que contarlos.
4. Los peces mayores de 50 cms, los mismos que a menudo son separados para clientes especiales, deberían ser medidos separadamente cuando se encuentren en este cuadrado. Si se mantienen separadamente deberán anotarse en un formato separado y todos deberán ser medidos o el total estimado.
5. Se ha diseñado el formato con espacio suficiente para más medidas de longitud para las especies más comunes. Se incluyen espacios para especies poco comunes o grupos de especies. Hay espacio para contar individuos de una especie que sobrepase el número de espacios asignado para medidas de longitud y longitud/peso, para que las proporciones en relación al rendimiento total no sean distorsionadas. El sistema de distribución es flexible en el sentido de que más de un formato por bote puede utilizarse con un sistema simple de referencia-cruzada.
6. Columnas para número total, peso promedio y peso total debe ser incluido para cada especie que se registre subsecuentemente. Esto es importante, ya que no existen facilidades locales de computación y la referencia-cruzada entre diferentes tipos de formatos de datos deberán llevarse al mínimo.
7. Los encabezamientos deben incluir: nombre de la embarcación, fecha, área(s) de pesca, aparejo (s) usados, número de días utilizados para la pesca, dimensiones del cajón de hielo (y profundidad real del contenido) y el estimado que el pescador hace de su captura. Se espera que durante los períodos de vaciante se pueda obtener información aproximada de qué especies han sido evitadas o des-

cartadas, ya que las especies valiosas son abundantes en esa época.

8. Estoy satisfecho de que la taxonomía de las especies de peces grandes comerciales es bien conocida (Marle Villacorta) y se encuentra bien correlacionada con los nombres locales utilizados en la hoja de datos. Grupos de especies menores, mayormente género, tienen también nombres locales, tales como las especies pequeñas de Curimatidae. No es práctico dividir estos grupos en especies y en cualquier caso, constituyen una parte pequeña del rendimiento total.

Para resumir, la siguiente información vital puede ser obtenida de las pescas comerciales de Iquitos:

- a) Rendimiento de peces frescos divididos en especies o grupos de especies por estación, área y aproximadamente por tipo de aparejo. El número total de botes que entran cada día, si posible estratificados por sus capacidades, es obviamente esencial. Los peces salados que ingresan al mercado deberán ser estimados separadamente.
- b) Las variaciones anuales del rendimiento total y la CPUE para las áreas regularmente visitadas pueden ser detectadas y pueden ser comparadas con las variaciones hidrológicas para usarse como una herramienta de predicción.
- c) Las tendencias de la longitud promedio para un tipo dado de aparejo y especies pueden dar evidencias de los efectos de la presión de pesca sobre un período de varios años.
- d) La misma forma sería utilizada para contar rápidamente las especies en partes del mercado seleccionadas al azar, manteniendo hojas separadas para peces frescos y salados. Estas muestras grandes deben dar datos de proporción de especies más exactos.

Existen muchas otras posibilidades que no ha sido posible comprimir en este informe. La importancia de las estadísticas de mercado para una pesquería como la de la Amazonía puede ser mejor apreciada en el trabajo de Petrere (1978a, 1978 b).



El muestreo debe hacerse por lo menos cuatro días a la semana y los días deben ser seleccionados tan al azar como sea práctico, ya que algunos días pueden estar consistentemente sobre o bajo el promedio. La importancia de este tipo de muestreo es tan grande que el depender de un sólo asistente no es suficiente. Los biólogos de IMARPE deberían participar tan directamente en el muestreo como participan en los análisis de datos. A la larga este sistema, así como el inventario de las embarcaciones, deberá ser operado por el Ministerio de Pesquería. La hoja de datos deberá actualizarse después de un año si fuera necesario a fin de tomar en cuenta proporciones de especies imprevistas que ocurran en algunas estaciones, de manera que se minimice el número de hojas de datos requeridas por embarcación.. Un borrador del nuevo formato ha sido preparado por Marle Villacorta.

El submuestreo para datos biológicos dentro del mercado mismo es factible para algunas especies (gamitana, Colossoma macropomum; paco, C. brachypomum; dorado, Brachyplatystoma filamentosum y otros bagres grandes) que se limpian antes de vender. Marle Villacorta está ya coordinando un proyecto con un estudiante para el estudio de madurez sexual y contenido estomacal de estas especies.

Sin embargo, la mayoría de las especies no son limpiadas antes de la venta y a los vendedores no les gusta que se limpie porque su valor se reduce. La solución en este caso sería comprar las muestras requeridas. Esto sería mucho menos costoso que invertir y mantener aparejos experimentales apropiados para capturar estos peces. El muestreo de mercado tiene también la ventaja de que es posible obtener muestras regulares.

El muestreo será aún más conveniente cuando el nuevo mercado esté listo el próximo año.

### 5.3. Muestreo de pesca artesanal durante cruceros.

La sección anterior conduce a la evaluación de un mercado mayor dentro del estrato (2). El muestreo exclusivo dentro del estrato (1) para composición de especies y distribución de tamaños dentro del esquema presentado en la Sección 4.2 no es factible y se perdería mucha información acerca de pesca artesanal.

La mejor aproximación es entrevistar a los pescadores que regresan con sus capturas y que pescan con sus propios aparejos para su familia. Si parte de esta captura es salada para la venta o posterior utilización deberá ser medida y anotada. La ventaja de tener un período de referencia similar al que se recomienda para los estimados de consumo per cápita deberá ser claro.

Deberá utilizarse el mismo formato (Sección 5.2) para los botes comerciales y el muestreo de mercados. Ya que se está muestreando las capturas pequeñas de las últimas 24 horas, es posible registrar qué peces han sido capturados y con qué aparejos. Esto se facilita a menudo por los signos exteriores de haber sido capturados por arpón o con disparos de flechas. En estas muestras se deberán usar formatos separados para cada aparejo.

Las proporciones estimadas de especies por peso probablemente tendrán tan alta variación como la captura por esfuerzo de las canoas. La última fue la principal razón para estimar la captura de subsistencia por el método alternativo (Sección 4.2). Sin embargo, a pesar de la variabilidad esperada, esta información es de vital importancia para comparar con la proporción de las especies, distribución de tamaños y aparejos usados para peces comercializados.

Se puede sacar ventaja de los datos existentes sobre captura total estimada, tal como se describe en la Sección 4.1, mediante el cálculo de la diferencia entre este rendimiento artesanal y el consumo local (4.2) para estimar cuánto de la captura artesanal se vende fuera del área. La diferencia po-

dría tener una alta variación (4.1) pero podrían hacerse para los estimados de varias áreas.

Sin estas fuentes de información no será posible arribar a compromisos sensatos de administración en el conflicto creciente entre pescadores locales y comerciales.

La conveniencia de llevar a cabo este trabajo simultáneamente con los estimados de consumo per cápita (Sección 4.2) debe ser clara. En realidad la captura diaria es parte de la información requerida para este último ítem. Además, puede obtenerse información biológica sobre peces individuales tal como madurez sexual.

Me dio mucho gusto saber que Ildefonso Ayala ya ha colectado datos de pesca artesanal. Desafortunadamente, no hubo tiempo de ayudar en el análisis de esta información dadas las prioridades limnológicas y estadísticas de este contrato y la ausencia inevitable del Sr. Ayala durante las tres primeras semanas.

#### 6.0. CURSO DE ESTADÍSTICAS

Se hizo el intento de seguir las recomendaciones del informe de Kapetsky, 1979, Sección 4.2. Luego del primer día se hizo obvio que un curso básico con teoría mínima, pero cubriendo alguno de los métodos más comunes utilizados para poblaciones naturales era una mejor alternativa que la de tratar de cubrir todos los métodos. Los siguientes tópicos fueron incluidos y revisados:

1. Distribución normal y límites confiables de los estimados de punto.
2. Teorema del límite central, límites de confianza de los valores promedio y efecto del tamaño de la muestra.
3. Efectos de la transformación logarítmica para normalizar algunas distribuciones alargadas a la izquierda del promedio (positive skewness).
4. Geometría básica de las coordenadas cartesianas como una intro-

ducción a 5. y 6.

5. Correlación (2 variables) y el significado del coeficiente de correlación y la prueba de significancia.
6. Regresión (2 variables) y su diferencia con correlación. Concepto de mínimo de cuadrados y regresión como explicación parcial de la variancia de la variable dependiente. Prueba de significancia.
7. Uso de transformaciones para linearizar una relación curva. Ejemplo: usando peso =  $a$  (longitud)<sup>b</sup> para peces.
8. Análisis de variancia de una cola. Concepto de variancia relativa dentro y entre grupos y la distribución F. Aplicaciones importantes en pesquerías y limnología.
9. Errores Tipo I y Tipo II en pruebas de hipótesis con ejemplos tomados de las distribuciones de t y F.
10. El caso especial de la prueba - t entre dos grupos.
11. Calidad de ajuste utilizando la estadística Chi cuadrado.
12. Diseño de encuestas y muestreos. Muestreo estratificado al azar.
13. Métodos de presentación de datos (concurrentemente con los asuntos anteriores).

Un mínimo de teoría básica fue explicado mediante cálculos numéricos y finalmente por métodos rápidos de computación. Se tomaron ejemplos de los datos de los participantes y de la copia de la Biometría de Sokal y Rohlf, disponible en IMARPE, la cual se utilizó como una base para el curso. Faltaron algunas tablas para estadísticas. También es esencial que el potencial auto-didáctico del libro de Sokal y Rohlf sea hecho efectivo proveyendo las tablas estadísticas (ver 8 y 10) que faltan en la copia. Por lo menos uno de los biólogos de IMARPE en Iquitos está capacitado para aprender más de este libro.

Solamente una de las calculadoras tenía facilidades para cálculos de regresión. Las dos HP 25 no tenían memoria o programas funcionando (ver 8). El interés de obtener ventaja del curso y de los análisis de los datos fue variable pero las actitudes fueron mejorando notablemente con el tiempo. Los beneficios aumentarán solamente si las estadísticas básicas aprendidas se usan regularmente para que los usuarios lleguen a tener un claro completo de variabilidad

y eficiencia de las muestras. Esto es necesario antes que las presentaciones de datos en publicaciones puedan tener valor significativo.

Sin embargo, yo no creo que los biólogos de IMARPE cuenten aún con la experiencia necesaria para decidir qué pruebas de hipótesis son las más eficientes o cuáles son los mejores procedimientos para el análisis de datos, cuestiones que se desprenden de algunas de las recomendaciones de este informe.

#### 7.0. INTEGRACION DE DATOS LIMNO/HIDROLOGICOS Y DE PESQUERIA

Sería ideal que uno conociera sobre biomasa, productividad biológica, mortalidad natural, disponibilidad y vulnerabilidad de los peces a los aparejos así como biología e interacciones de los aparejos entre las especies para poder ayudar en la administración. Ninguna pesquería provee todos estos datos.

En lo que concierne a la Amazonía parauana, ni siquiera los estimados directos de la biomasa son factibles. Ya sea por razones biológicas, físicas o logísticas, no puede contarse con estimados acústicos útiles. Los estimados de poblaciones adultas de peces comerciales usando métodos químicos resultarían fuertemente viciados y muy variables debido al ambiente vegetal muy denso y a la distribución extremadamente aglutinada por motivo de las migraciones de muchas especies.

Nos vemos forzados a utilizar un enforqu estadístico y burdo del problema de la predicción y administración de pesquerías. El cual puede dividirse en dos partes:

1. Procedimiento a corto plazo, para comparar con el rendimiento de pesca en ambientes ecológicos de desborde similares en la amazonía y los sistemas africanos (Bayley, 1981) para poder obtener alguna idea del potencial.
2. Procedimientos a largo plazo para estudiar el desarrollo de la pesca a lo largo del tiempo y tratar de explicar los cambios

anuales con ayuda de las fluctuaciones anuales ambientales o socio-económicas.

Una base para ambos objetivos es una buena descripción del sistema hidrológico, como se discute en la Sección 7.1. Las metodologías para los dos objetivos son brevemente descritas en las Secciones 7.2 y 7.3 respectivamente.

### 7.1. Hidrología.

Los niveles de agua por sí solos son insuficientes para algunas comparaciones. El conocimiento de las áreas inundadas correspondientes a diferentes niveles de agua a través del ciclo hidrológico sería de mucha utilidad. La mejor aproximación a esto de la máxima área inundada (Welcomme, 1975) la cual puede ser medida usando las imágenes del LANDSAT de la Banda 7 (cerca al infrarrojo) en escala de 1:500,000 (Bayley y Moreira, 1978). No se necesitan imágenes de una época del año en particular para hacer esto. Imágenes suficientemente libres de nubes de la Amazonía peruana se pueden obtener del Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (I.N.P.E.), São José dos Campos, S.P., Brazil. En Julio de 1979 obtuve seis imágenes (185 X 185 kms) de diferentes áreas inundadas en la Amazonía peruana que contenían menos del 10% de nubes. Muy bien podría existir imágenes mejoradas para los últimos dos años. Métodos de interpolación de muestras de las secciones del río se describen en Bayley y Moreira (1978). Debe obtenerse información directa sobre la máxima extensión de las inundaciones para verificar las interpretaciones de las imágenes. Las imágenes LANDSAT están siendo obtenidas por personal de FAO.

### 7.2. Procedimientos comparativos a corto plazo.

El primer paso es expresar el área máxima inundada como un porcentaje del área de la hoya para toda la región y luego seguir los métodos comparativos de Welcomme (1976). Luego se deben comparar los resultados con los sistemas similares de

desborde en Africa y con los datos de la Amazonía brasilera (Bayley, 1981). La desviación puede ser explicable por un índice de "riqueza" como en el caso de la conductividad durante la creciente (Capítulo 3). La captura por unidad de la máxima área inundada puede ser comparada a la norma de 40-60 kg/ha para Africa.

Se pueden hacer comparaciones dentro los subsistemas de la Amazonía peruana pero con las siguientes precauciones:

1. La intensidad de la pesca no es uniforme; debe compararse áreas con intensidades similares.
2. La captura de peces son mayormente de peces migratorios y el área de captura no es por lo general el área responsable de su productividad biológica.
3. La extensión de las migraciones y de los stocks son desconocidas.

Las precauciones 2 y 3 requieren que las áreas sean grandes, y que incluyan por lo menos desbordes si no, ríos íntegros. Esto reduce el número de grados de libertad disponibles para la comparación de rendimientos con parámetros limnológicos y debe buscarse un compromiso. Los rendimientos pueden ser expresados por unidad de la máxima área inundada y debe probarse su correlación con un índice limnológico tal como la conductividad. Alternativamente, los rendimientos pueden correlacionarse con la longitud del río o el área de la cuenca (usando transformaciones logarítmicas, ver Welcomme, 1976) y los residuos comparados con los factores limnológicos.

Los resultados obtenidos en áreas de mayor explotación pueden ser utilizados para identificar otras áreas de pesca potencial si se puede asumir con seguridad que las áreas son independientes. Si no fuera así, deben combinarse las áreas para compararlas con el rendimiento de pesquerías artesanales más intensas tales como las de Africa.

### 7.3. Procedimientos comparativos a largo plazo.

Los efectos de las variaciones de año a año del régimen hidrológico sobre los rendimientos de peces han sido demostrados (e.g. Welcomme, 1975) pero son varios los mecanismos que pueden ser responsables. Los datos del nivel de las aguas pueden dar un índice burdo del desborde (e inversamente de efectos de concentración en aguas bajas (vaciantes)). Los parámetros limnológicos recomendados en el Capítulo 3 deben ser medidos en ríos cercanos a Iquitos (y con menos frecuencia en otros ríos mayores) durante varios años para chequear cambios naturales o efectuados por el hombre. Por ejemplo, la extensa deforestación de la "selva alta" puede aumentar la turbidez (discos Secchi), cambiar la conductividad o aún alterar el régimen hidrológico. Estos cambios pueden afectar a su vez la productividad de las pesquerías y por lo tanto, necesitan ser monitorizados en forma permanente.

### 3.0. EQUIPO NECESARIO

1. Publicaciones: Ver las referencias con asteriscos en el Capítulo 10.

2. Balanzas romanas:

<u>Cantidad</u>	<u>Peso Máximo</u>	<u>Menor división escala recomendada</u>
4	1 kg	5 g
4	2 kg	10 g
2	5 kg	25 g
2	25 kg	100 g

3. Las 2 calculadoras HP-25 necesitan ser reparadas.

4. Todas las imágenes LANDSAT de menos del 20% de nubes, Escala 1: 500,000, Banda 7 (cerca a infrarrojo).

### 9.0. COMENTARIOS FINALES Y RECONOCIMIENTOS

La lista de equipos puede parecer limitada si se considera la extensión de este informe. Esto es deliberado. El Proyecto PER/76/022 termina a fines de 1981. Mucho de lo que se ha recomendado tendrá que ser hecho en años futuros. La habilidad de IMARPE para



mantener el Laboratorio de Iquitos de manera que pueda funcionar no ha sido demostrada. Las condiciones de trabajo y los problemas de transporte debido a las fallas de los vehículos y la falta de combustible para operar el grupo electrógeno de la estación, hacen que las condiciones de trabajo en el Laboratorio de Quistococha sean innecesariamente difíciles. Inversamente, las condiciones en el "Rosendo Melo" lo hacen más lujoso de lo necesario.

Aparte de estos factores, la misma naturaleza de los problemas por resolverse han dictado la línea que yo he mencionado en este informe. Existe una gran cantidad de datos útiles que necesitan colectarse lo que puede efectuarse actualmente sin costos operativos extras y sin costo capital.

Sin duda es aparente que el tiempo disponible para educación en análisis estadísticos y evaluación de datos ha sido muy limitado. Se requerirá mayor asistencia en un futuro cercano.

Las críticas que anteceden no se refieren al personal de la estación. Por el contrario, todo el personal de HARPE Iquitos, y en particular su director Humberto Guerra, fueron colaboradores muy útiles. Marle Villacorte fue siempre muy entusiasta y cooperadora con respecto a las propuestas para muestreo en el mercado. Luis Azabache y Arturo Nájar fueron también de mucha ayuda y efectuaron buen trabajo. Víctor Montreuil demostró buena habilidad con las estadísticas y estuvo siempre muy ansioso de ampliar sus conocimientos. En resumen, he hecho muchos amigos. Asimismo, deseo agradecer al Dr. George Hanek y a su contraparte José Vera y a Dominique LeVieil por haberme brindado constante ayuda.

#### 10.0. REFERENCIAS

Aquellos marcados con un asterisco deberán ser enviados al Laboratorio de Iquitos.

BAYLEY, P.B. 1981. Fish yield from the Amazon in Brazil: a comparison with African river yields and management possibilities. Trans.Am.Fish.Soc. (in press).

- and J.C. MOREIRA. 1978. Preliminary analysis of aquatic resources in the Central Amazon basin using LANDSAT multi-spectral data. Fifth International Tropical Ecology Congress, Kuala Lumpur, Malaysia (in press).
- BAZIGOS, G.P. 1974. The design of fisheries statistical surveys - Inland waters. FAO Fish.Tech.Pap. N° 133, 122 p.
- BERGMAN, R.W. 1974. Shipibo subsistence in the upper Amazon rain forest: A true account of labour inputs among indians of the Rio Ucayali, a major tributary of the mighty Amazon. Ph.D. Thesis, University of Wisconsin, 340 pp.
- CHAPMAN, D.W. 1979. Consultant's report to FAO/PER/76/022, 29th May, 1979.
- 1980. Consultant's report to FAO/PER/76/022, 14th March, 1980.
- \* FAO/UN. 1980. Ordenación de la explotación pesquera en los grandes ríos. FAO, Documentos Técnicos de Pesca N° 194. 65p.
- \* GIBBS, R.J. 1967. The geochemistry of the Amazon river system: Part I: The factors that control the salinity and the composition and concentration of the suspended solids. Geological Society of America Bulletin 78: 1203-1232.
- GOULDING, M. 1979. Ecología da pesca do Rio Madeira (Trans.N. Menezes). INPA (Instituto de pesquisas da Amazonia). Manaus, Brazil.
- KAPETSKY, J.M. 1979. Evaluation of the IMARPE Amazon region fishery assessment programme - Consultant's report to FAO/PER/76/022. 15th November, 1979.
- \* PETRERE, M., Jr. 1978a. Pesca e esforço de pesca no Estado de Amazonas II - locais, aparelhos de captura e estatísticas de desembarque. Acta Amazonica 8 (suplemento 2) : 1-54.
- \* ----- 1978b. Pesca e esforço de pesca no Estado de Amazonas I esforço e captura por unidade de esforço. Acta Amazonica 8: 439-454.
- \* ROHLF and SOKAL. 1969. Statistical Tables. Freeman.
- \* WELCOMME, R.L. 1975. The fisheries ecology of African floodplains. CIFA Technical Paper 3 : 1-51.
- \* ----- 1976. Some general and theoretical considerations on the fish yield of African rivers. Journal of Fish Biology 8: 351-364.
- \* ----- 1979. Fisheries ecology of floodplain rivers. Longman, London and New York.