



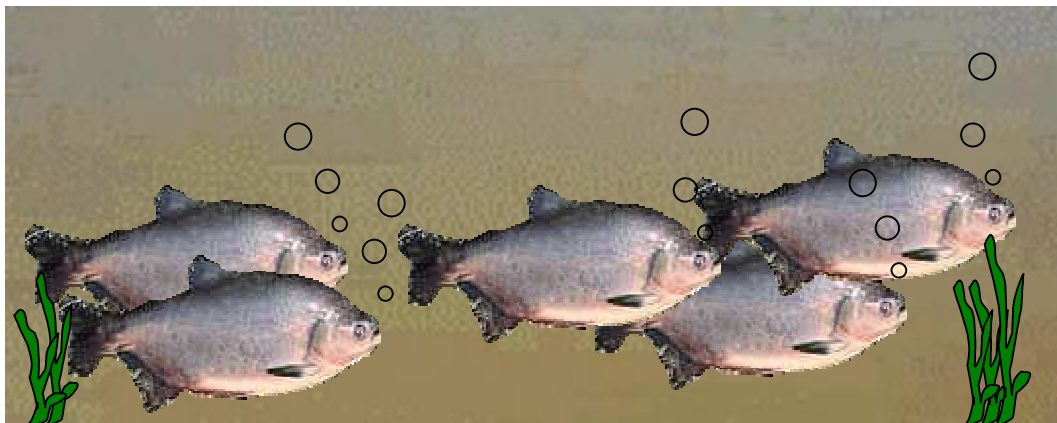
iiap 20 *Años*

Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana
IIAP – Iquitos, Perú



World Wildlife Foundation

Migración de la “gamitana”
(Colossoma macropomum Cuvier)
en el Río Ucayali – Perú



Luis Campos Baca

Iquitos - Perú

INDICE

PRESENTACIÓN	3
RESUMEN EJECUTIVO	4
INTRODUCCIÓN	6
MATERIAL Y METODOS	7
DESCRIPCIÓN DEL RÍO UCAYALI	7
MÉTODOS DE COLECCIÓN	8
MUESTRAS BIOLÓGICAS	8
ANÁLISIS QUÍMICO Y FÍSICO	8
RESULTADOS	8
CAMBIO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL AGUA	9
<i>Río Ucayali</i>	9
<i>Cocha Supay</i>	10
<i>Áreas de desove</i>	12
FRUCTIFICACIÓN	12
CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS DE LA GAMITANA	13
<i>Reproducción</i>	13
• Reproducción artificial	13
• Reproducción natural	13
<i>Alimentación</i>	14
<i>Acumulación de grasa</i>	14
MIGRACIÓN	14
DISCUSIÓN	15
DESOVE	15
ALIMENTACIÓN	16
DISPERSIÓN	16
CARACTERÍSTICAS DEL AGUA	16
ORGANOS SENSORIALES	17
CONCLUSION	19
BIBLIOGRAFIA	21

PRESENTACIÓN

Este trabajo de Investigación fue desarrollado entre 1983-1984 con el apoyo del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), la Universidad del Sur de Illinois en Carbondale (SIUC-USA) y la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (UNAP) por el Dr. Luis Campos Baca, el cual ha dedicado mucho tiempo a proteger los recursos de la Amazonía Peruana con su trabajo como especialista en biodiversidad del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), luego como Presidente de la Comisión de Ecología del Congreso de la República que presidió hasta julio de 2000, como Presidente del Consejo Directivo del Consejo Nacional de Medio Ambiente (CONAM) y actualmente como Director del Programa de Biodiversidad del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP).

Después de 8 años de su publicación WWF-OPP ha traducido al español y ha editado este documento para que pueda estar al alcance de una mayor audiencia.

Su objetivo es entender los patrones migratorios de la Gamitana a través de una revisión bibliográfica, un análisis biológico de los peces y un análisis físico-químico del agua. Esta información servirá como punto de partida para el futuro desarrollo de las estrategias de conservación de esta especie la cual, por ser considerada junto con el paiche uno de los peces mas deliciosos de la región amazónica y por su rango de crecimiento rápido, es una importante fuente de alimentos e ingresos para los pobladores ribereños. Esto genera una problemática para la especie debido a que con el pasar del tiempo se han empezado a capturar más peces jóvenes que adultos, afectando así el ciclo reproductivo de esta especie. También se encuentra amenazada por la deforestación de los bosques inundables, el uso de pesticidas en la agricultura y la presencia de ganado en su hábitat. Finalmente, la investigación de este pez es también importante por su gran potencial para la acuicultura debido a su rápido crecimiento y a su hábito de alimentarse de frutas y nueces.

RESUMEN EJECUTIVO

El trabajo se desarrolla en 1983-1984 en el Río Ucayali, específicamente en la cocha Supay. Se estudian los patrones migratorios de la gamitana, un pez comercial muy importante en la selva del Perú confinado estrictamente a agua dulce, cuya migración juega un rol vital para su desarrollo.

Los lugares de colección de muestras biológicas fueron seleccionados utilizando mapas y fotografías aéreas y las muestras se obtuvieron utilizando redes y mallas de observación. Se analizó el contenido de alimento en los estómagos de los peces, el nivel de desarrollo de las gónadas y el nivel de grasa en los intestinos; además se midió y registró la longitud total y peso de todos los peces. También se analizaron los cambios en las características físicas y químicas del río Ucayali y cocha Supay en general y de las áreas de desove del pez; se encontró que estos tienen relación con los cambios en el nivel del agua (vaciante y crecida).

Otro aspecto importante que se analizó fue la fructificación debido a que estos peces se alimentan principalmente de frutas (herbívoros) y juegan un rol importante en la dispersión de semillas y al parecer también en el rango de germinación.

Con respecto al objetivo del estudio, se encontró que los individuos adultos viven en los bosques inundables y utilizan los canales de los ríos para la migración, la cual puede ser de cuatro tipos:

- 1) Migración de desove
- 2) Migración de alimentación
- 3) Migración de dispersión
- 4) Migración desde aguas de bajal

La migración está relacionada a muchos factores tanto bióticos como abióticos del río Ucayali y la cocha Supay. Entre los bióticos podemos mencionar la reproducción, la alimentación y la dispersión de los peces y entre los abióticos se encuentra el cambio en el nivel de aguas del río.

Finalmente, se construyó un modelo de mapa mediante el cual se puede explicar el ciclo de la gamitana en el área estudiada:

Primero, los huevos de la gamitana que son depositados y fertilizados en la zona de desove, son llevados por las corrientes lentas del Río Ucayali a áreas laterales inundables. Luego, los huevos se incuban por 18-20 horas en lugares localizados lejos de su origen. Estas larvas nacen en un lugar nuevo y pueden vivir hasta 5 días de las reservas de su placenta. Desde este momento los peces quedan marcados con los factores químicos de su nuevo hábitat. Esta agua tiene condiciones biológicas, físicas y químicas buenas, y los alevinos de la gamitana pueden vivir aquí hasta por cinco meses (de noviembre a mayo) y pueden alimentarse en las áreas inundables. En junio y julio, la gamitana, la cual tiene acumulada muy poca grasa, se va a la cocha porque el nivel de agua del río empieza a disminuir y la cocha se separa del río.

En la cocha, la gamitana empieza a quedar marcada con toda la información importante como el cambio en las características del agua y los momentos difíciles cuando el agua tiene una baja

concentración de oxígeno y alta acidez (agosto y setiembre). Algunas gamitanas migran hasta el río luego de una fuerte lluvia debido a las malas condiciones del agua. En octubre, cuando aumentan las precipitaciones, las gónadas de la gamitana adulta comienzan a madurar. Luego, en noviembre cuando el nivel del agua esta aumentando y las lluvias están cada vez más fuertes, la gamitana madura migra a las áreas de desove. Durante y luego del desove, las gamitanas jóvenes migran hasta la nueva zona de alimentación por segunda vez (luego de un año). En este lugar las gamitanas se alimentan mucho y así acumulan muchas reservas. En abril o mayo, cuando el nivel del agua es alto, la gamitana migra río arriba. Estas migran utilizando los bordes del río. Estos peces pueden utilizar el borde del río como un hito que orienta su ruta y paran en algunas zonas para alimentarse. Cuando el nivel de agua disminuye, los nuevos adultos todavía no totalmente maduros, se van a los lagos y comienzan su maduración (octubre). Cuando las condiciones son buenas migran a las áreas de desove en el cual las condiciones del ambiente son buenas para su reproducción.

INTRODUCCIÓN

Este estudio se desarrolla en 1983-1984 en el Río Ucayali, específicamente en la cocha Supay, la cual se encuentra al lado norte de este río, junto a la comunidad Genaro Herrera (Iquitos).

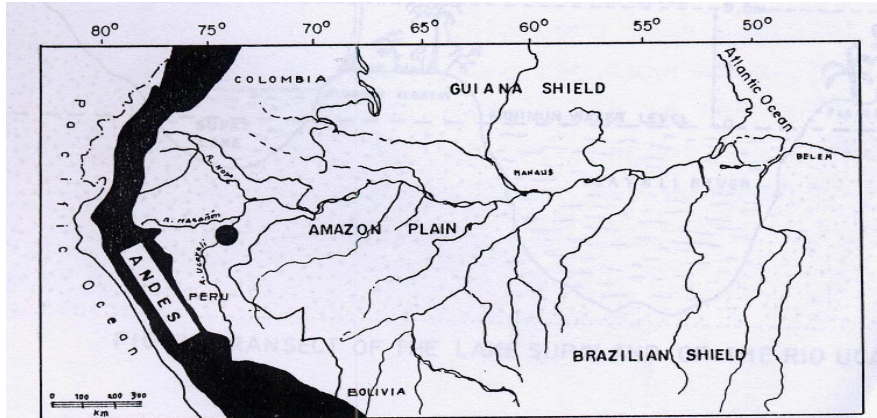


Figura N° 1. La cuenca del Río Amazonas y el Río Ucayali●

La “Gamitana” (*Colossoma macropomum*), es un pez comercial muy importante en la selva del Perú el cual está confinado estrictamente a agua dulce y, al igual que otros peces como el “boquichico” (*Prochilodus nigricans*) y el sábalo (*Brycon eritropterus*), la migración juega un rol vital para su desarrollo. Esta gran importancia nos obliga a conocer el significado correcto de la migración como un proceso biológico:

La migración es un movimiento que genera una alteración entre dos o más hábitats (p.e. un movimiento de alejamiento desde un hábitat seguido luego por el retorno al mismo), el cual ocurre con una periodicidad regular (usualmente es estacional o anual), pero siempre dentro del entorno de vida de un individuo e involucrando una gran parte de la población en apareamiento. El movimiento en algún punto de este ciclo es dirigido, en vez de un deambular o una corriente pasiva, a pesar de que éstas forman parte de la migración. Northcote (1979).

Ahora, esta importancia no solo radica en lo biológico, sino también en las áreas de la ciencia y la economía.

1. Importancia biológica: Los peces utilizan la migración para seleccionar el área donde desean vivir, para alejarse de un área contaminada o para llegar hasta las áreas de desove.
2. Importancia científica: La migración permite hacer estudios de alta especialización.
3. Importancia económica: Esta dada por el interés comercial que se genera sobre las especies migratorias.

Con respecto al tercer punto, Smith en 1985 dijo: *Los peces migratorios reúnen energía de alguna parte del medio ambiente y la transportan a otras áreas, donde generalmente se vuelven disponibles para los humanos u otros elementos del ecosistema* y Harden Jones en 1986 habla sobre la

abundancia de estas especies cuando dice: *las especies son de interés comercial porque son abundantes y son abundantes porque son migratorias*. Por otro lado, Nikolsky (1963) dice que la migración es una adaptación que permite el aumento de la cantidad de peces.

Los patrones migratorios de los peces de esta zona han sido poco estudiados, sin embargo, algunos investigadores han escrito sobre la relación que existe entre los peces y las áreas inundables. Entre estos se encuentran Welcome (1979) y McConnell (1975), que escribieron sobre la influencia de los cambios del nivel del agua sobre la migración del boca chica, Bayled (1973), el cual describió los movimientos de los peces en el Río Pilcomayo de Paraguay, Sioli (1979 a,b) y Lowe-McConnell (1975), que publicaron algunos resultados sobre la migración desarrollados por el acuerdo entre Max Planck y el Instituto Amazónico de Investigación en Cangati (Brasil) y Goulding (1980), que describió la migración de los peces en el río Madeira (Brasil).

MATERIAL Y METODOS

Descripción del Río Ucayali

Se origina en los Andes del Perú y está localizado a 3500 Km del Océano Atlántico. Forma el Río Amazonas junto con el Río Marañón y tiene la mayor cantidad y variedad de peces de todos los ríos en la selva peruana, siendo así el mayor contribuyente de la pesca comercial (Ministerio de Pesquería de Loreto, 1987). Sus aguas son blancas, pero sus afluentes son riachuelos con agua negra clara (Clasificación de Sioli (1970), citado por Goulding (1980 pp. 14-15)).

Se caracteriza por su especial componente iónico del agua, el cual deriva principalmente de la lluvia y de los sedimentos de roca sobre los cuales el río corre (Welcome 1979); Gracias a esta contribución, la selva baja recupera los minerales y nutrientes perdidos con la alta precipitación (1500-3000 mm), la cual lava el suelo (Goulding 1980).

El río esta conformado por una rama principal, un bosque de galería, un terreno inundable (laguna de orilla), una isla fluvial y finalmente, otro bosque de galería (Lowe-McConnell (1975 p.72)).

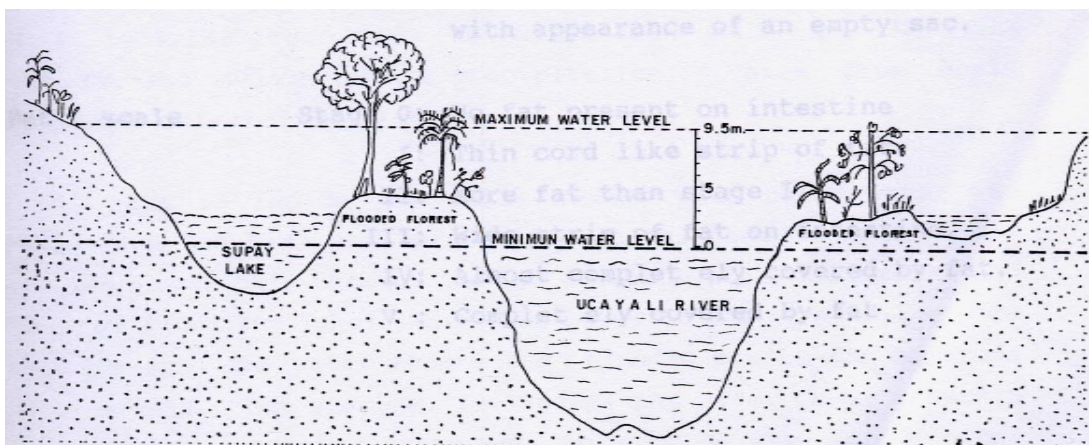


Figura N° 2. Corte transversal del Lago Supay y del Río Ucayali
Métodos De colección

Los lugares de colección fueron seleccionados utilizando mapas y fotografías aéreas y las muestras se obtuvieron utilizando redes y mallas de observación; Algunas veces se obtuvieron peces de pescadores.

Muestras Biológicas

El muestreo biológico consistió en analizar el contenido de alimento en los estómagos de los peces, el nivel de desarrollo de las gónadas y el nivel de grasa en los intestinos; Además la longitud total y peso de todos los peces fue medido y registrado.

Se utilizó la escala de maduración y la escala de acumulación de grasa de Nikolsky (1963, pp. 160-221).

Escala de maduración:

- Fase I: Individuos jóvenes los cuales nunca habían desovado.
- Fase II: Huevos quiescentes no visibles .
- Fase III: Huevos visibles aun en maduración.
- Fase IV: Huevos visibles y maduros que no escapan cuando se les aplica una leve presión en el tórax.
- Fase V: Huevos visibles que si escapan a la leve presión. Reproducción.
- Fase VI: Cavidad de la gónada hinchada y con apariencia de un saco vacío.

Escala de acumulación de grasa:

- Fase 0: Sin presencia de grasa.
- Fase I: Con una delgada línea de grasa.
- Fase II: Con mayor acumulación de grasa que la fase I.
- Fase III: Con una línea ancha de grasa
- Fase IV: Casi completamente cubierto de grasa.
- Fase V: Completamente cubierto de grasa.

Análisis químico y físico

Los métodos utilizados son los recomendados por Welch (1968).

Se utilizó un laboratorio portátil para analizar la calidad química del agua del Río Ucayali y de la cocha Supay. Las concentraciones de oxígeno, pH, CO₂, conductividad y alcalinidad fueron determinadas. Se utilizó un disco Secchi y un termómetro para analizar la transparencia y temperatura de las aguas, respectivamente.

RESULTADOS

Cambio de las características físicas y químicas del agua

Estas características cambian con el cambio del nivel de agua del río (Fig.2). En la época de sequía (de julio a octubre), el río y los lagos están claramente diferenciados. Por otro lado, en la época de crecida (de noviembre a junio) es difícil diferenciar el borde de los lagos debido a la inundación, sin embargo, sabemos que si se usa la vegetación como una guía, algunas partes del río y lago pueden ser distinguidas.

Tabla 1
Precipitación (mm) y nivel del río Ucayali (m) (promedio de 1983-1984)

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
PP	256	276	349	306	271	199	165	157	191	214	224	217
Nivel*	7.5	8.5	9	9.5	7	3	3	0	0	3	5.5	6

* Nivel de la superficie del río.

Fuente:

IIAP 1984. INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA AMAZONIA PERUANA
WORLD SURVEY OF CLIMATOLOGY 12-1976.

El lago se alimenta de dos pequeños ríos con agua negra, esta agua viene de las partes altas de la selva (áreas no inundables), y el río corre desarrollando un movimiento propio y no inunda los lagos. Cuando se eleva el nivel del río a más de 5 m, el agua entra en los planos inundables por cientos de km. Por ejemplo, en 1983-84, el río creció aproximadamente 9.5 m (Tabla 1) cubriendo los lagos y plantas de las orillas del río.

Río Ucayali

Los cambios en las características físicas y químicas tienen relación con los cambios en el nivel de agua (Tabla 2).

Tabla 2
Características físicas y químicas del río Ucayali

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Oxig.	7	7	7	7	7	6	5	5	5	6	6	6
CO ₂	4	4	4	4	4	4.5	5	6	6	5	4	4
pH	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6	6	6	6	6.5	6.5	6.5
Alc.	70	70	70	70	65	60	55	55	50	60	65	65
Cond.	210	215	210	200	190	180	150	150	160	160	210	210
Temp.	24.5	24.5	24.5	24.5	23	23	26	26	26	26	25	25
Trans.	15	13	14	15	15	20	25	50	50	30	15	15

Fuente:

IIAP. 1983-1984. INFORME ANUAL

Las características físicas y químicas del agua no varían mucho de noviembre a junio.

En la época de crecida, la concentración de oxígeno fue de 7 ppm; la concentración de CO₂ de 4 ppm; la alcalinidad osciló entre 68 a 65 ppm; la conductividad fue de 190 a 210 umhm; la temperatura osciló entre 24.5 a 25 °C; y la transparencia fue de 15 a 20 cm. Por otro lado, en el periodo de sequía, la concentración de oxígeno, pH, alcalinidad y conductividad bajaron a 5 ppm, 6, 55 ppm y 155 umhm respectivamente.

Análisis de la información:

En el primer periodo (época de crecida), el cual se inicia cuando la lluvia produce un arrastre de grandes cantidades de minerales y lodo, el agua es más alcalina debido a que el CO₂ que causa que la acidez es rápidamente consumido por los minerales (Boyd, 1990). Esta agua tiene menos transparencia y alta conductividad.

En época de vaciante, el agua recibe menos minerales porque las lluvias son escasas y el agua solo corre a lo largo de su lecho lo que genera una baja conductividad (Welcome (1979 p.47); Además la velocidad del agua en esta época es menor que en la época de crecida, lo que permite una mayor exposición a los rayos del sol y un aumento de la temperatura.

Cocha Supay

En la tabla 3 podemos observar que el cambio de las características químicas y físicas de esta cocha es mayor que el del Río Ucayali.

Tabla 3
Características físicas y químicas de la Cocha Supay

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Oxig	6	6	6	6	6	5	5	4	4	4	6	6
CO ₂	4	4	4	4	6	7	7	20	20	10	5	4
PH	6.5	6.5	6.5	6.5	6	6	5.5	5.5	5	5	6.5	6.5
Alc.	70	70	70	65	60	40	30	20	15	15	65	70
Cond.	150	150	160	160	150	70	60	20	20	30	40	50
Temp.	26	26	26	26	26	27	28	29	29	28	26	26
Trans.	20	20	30	30	35	50	50	80	80	40	30	30

Fuente:
IIAP. 1983-1984.

Podemos observar que hay dos grupos diferentes de resultados, uno de octubre a julio y el otro de agosto a septiembre (Figs. 3-5). El primer periodo esta influenciado por la crecida del río y las lluvias, pero es en el periodo donde la cocha no genera inundaciones donde las características del río son críticas (agosto y septiembre).

Análisis de la información:

Esta cocha o lago tiene la menor concentración de oxígeno y existen dos causas que lo explican, una es que el agua de la cocha es menos turbulenta y la otra es la baja productividad del agua. Es decir, hay poca actividad fotosintética porque hay pocos nutrientes y por lo tanto el agua produce mas CO₂ mientras se eleva el pH (Welcome, 1979). Además, Boyd (1990 p. 59) dice ... *los procesos biológicos son más importantes que los procesos físicos* y supone que la temperatura, luz, concentración de nutrientes y especies de plantas son *factores controladores de la fotosíntesis y de la cantidad de oxígeno*.

La acidez del agua es una medida del hecho de que en este periodo la cocha solo recibe agua de lluvias y de sus afluentes los cuales tiene aguas ácidas. Welcome (1979 pp. 41-42) afirma que el agua de la cuenca del Amazonas tiene un pH bajo porque recibe agua con una concentración muy baja de nutrientes.

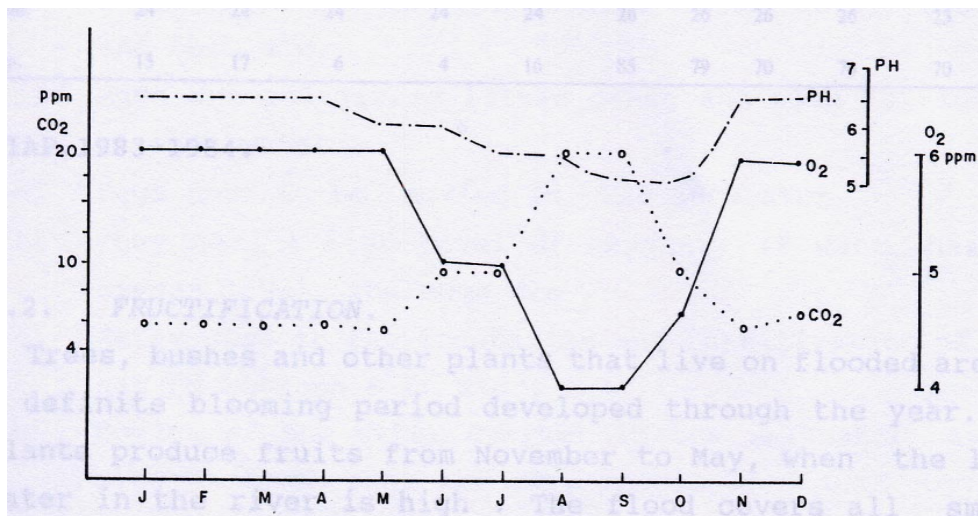


Figura N° 3. Relación estacional de las cantidades de pH, O₂ y CO₂ en el Lago Supay

Áreas de desove

El periodo de desove dura 7 meses (de noviembre a mayo) y estas áreas están cubiertas con agua de río (fig. 4) y tienen siempre las mismas características que esta agua. Sin embargo, durante el resto del año, esta área no está sumergida y es utilizada por los agricultores para la producción de arroz.

Otros factores importantes de esta área son la baja velocidad del agua y la presencia de pocos copepodos (Microcrustáceos que pueden ingerir las larvas de los peces).

Tabla 4
Características físicas y químicas de las áreas de desove

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Oxig	7	7	7	7	7	5	5	4	4	4	7	7
CO ₂	4	4	4	4	4	7	7	10	10	10	4	4
PH	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	5.5	5	5	5	5	6.5	6.5
Alc.	65	63	65	60	65	60	20	15	15	15	65	65
Cond.	210	215	220	220	215	70	60	30	30	30	210	210
Temp	24	24	24	24	24	26	26	26	26	25	24	24
Trans	15	17	6	4	16	85	79	70	76	70	30	15

Fuente:
IIAP. 1983-1984.

Fructificación

Los árboles, arbustos y otras plantas que viven en las áreas inundables tienen un periodo de florecimiento definitivo desarrollado a lo largo de todo el año. Estas plantas producen frutas desde noviembre hasta mayo (época de crecida del río). El agua cubre completamente los árboles pequeños y de tamaño mediano y una gran parte de los más altos; Algunos ejemplos son: el arbusto del Camu camu (*Miricaya* spp) el cual es cubierto completamente por el agua, las frutas de las palmas como el unguiragui (*Astrocaryum*) que son cubiertas completamente por el agua también, el árbol capinury y el caucho (*Hevea* spp) que son cubiertos dos terceras parte, dejan caer sus frutas al agua y muchas leguminosaeae, mimosaeae, anonaceae, passifloraceae y cucurvitaceae que producen frutas en ese tiempo y las cuales también son cubiertas con agua. De junio a agosto las plantas no tienen flores y en setiembre y octubre florecen. La gamitana así, como otros peces, tiene abundante alimentación gracias a la crecida del río.

Características biológicas de la Gamitana

Reproducción

- *REPRODUCCIÓN ARTIFICIAL*

Basado en el Manual de Piscicultura (Campo, Alcántara, Guerra 1995).

La gamitana comienza su reproducción en lagunas artificiales cuando tiene 2.5 años. Del cultivo artificial obtenemos la siguiente información:

- a) La gamitana desova de noviembre a marzo. Esto depende del clima y de su alimentación.
- b) Una hembra gamitana desova aproximadamente 600,000 a 1' 000,000 huevos.
- c) La fertilización artificial de esta especie es rápida, en pocos segundos. Si se espera mucho el micropilo del óvulo se cierra, el espermatozoide no puede entrar en el óvulo y ambos mueren.
- d) Los huevos pelágicos son un poco densos y tienen poco movimiento en el agua.
- e) Los huevos necesitan ser movidos en la incubadora.
- f) Los huevos necesitan una alta concentración de oxígeno. Si el agua tiene un bajo nivel de oxígeno, los huevos mueren.
- g) El agua utilizada en la incubación y fertilización de los huevos debe tener un pH de 6 a 6.5.
- h) El movimiento constante del agua en la incubadora debe ser lento porque los huevos son muy frágiles.
- i) Los huevos se incuban de 16 a 18 horas.
- j) Las larvas necesitan ser protegidas de los depredadores en los lagos. Estos depredadores son larvas de insectos (odonatos) y copepodos.
- k) Las larvas utilizan su saco vitelino por 4 o 5 días. Luego de este tiempo se les debe alimentar artificialmente.

- *REPRODUCCIÓN NATURAL*

- a) De enero a marzo los órganos sexuales están descansando y recuperándose (estadio II).
- b) De mayo a agosto los huevos son visibles (estadio III).
- c) De septiembre a octubre la mayoría de las gamitanas están maduras para reproducirse (estadio IV).
- d) En noviembre y diciembre la gamitana está preparada para desovar (estadio V).

Alimentación

(Fig. 4)

La gamitana come generalmente frutas durante la época de crecida y zooplankton en la época de sequía. En el análisis de las muestras biológicas encontramos 20 diferentes especies de frutas y una gran abundancia de copépodos en los estómagos. Sin embargo, en algunas ocasiones pudimos encontrar larvas e insectos adultos.

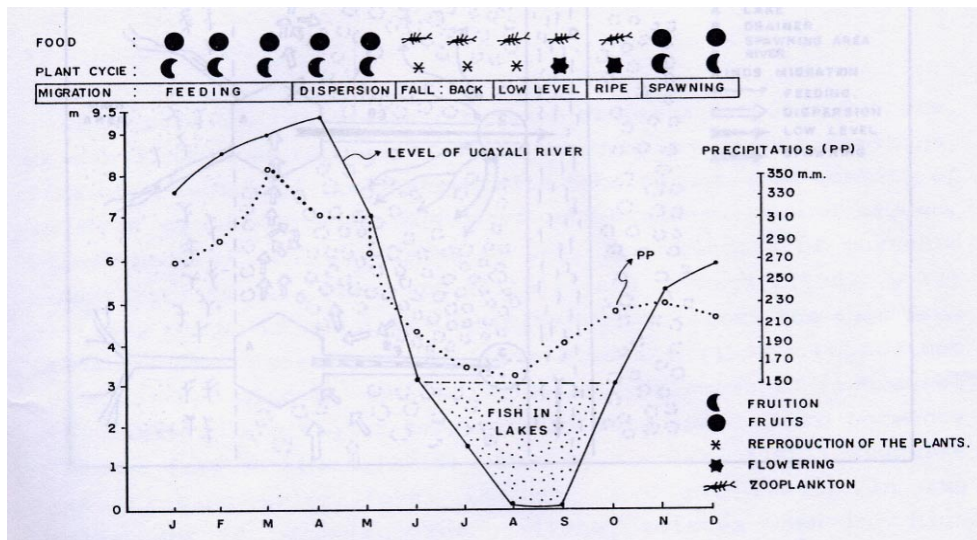


Figura N° 4. Gráfico comparativo de los agentes que afectan el ciclo de vida de la Gamitana

Para hacer un segundo análisis, utilizamos dos tipos de semillas de *Myrciaria*, unas sacadas de los intestinos de las gamitanas y otras de los arbustos. El resultado demuestra que el rango de germinación de las semillas sacadas del intestino es mas alto que el de las recogidas de los arbustos, lo que indica que existe una relación positiva entre estos peces y los arbustos del área.

Acumulación de grasa

(Fig. 4)

De enero a junio el nivel de grasa se incrementa de la fase I a la V debido a que la gamitana encuentra gran cantidad de alimentos en las áreas inundables, pero de julio a diciembre, el nivel de grasa disminuye de la fase IV a la 0 porque la mayoría de esta grasa es utilizada en el desarrollo de las gónadas.

Migración

(Fig. 5)

Encontramos que las cuatro formas más importantes de migración son:

- 1) migración de desove
- 2) migración de alimentación
- 3) migración de dispersión

4) migración desde aguas de bajjal.

La migración de desove, se realiza en noviembre de cada año desde los lagos a las áreas de desove, sin embargo, en algunos años se ha observado esta migración luego de una fuerte precipitación de aproximadamente 24 a 65 mm por día. Las gamitanas siguen la cuenca del río principal y áreas inundables nadando entre los árboles.

Luego del desove, se dirigen a las áreas inundables para buscar alimento realizando así **la migración de alimentación** la cual les permite recobrar la energía gastada en la reproducción. En abril o mayo cuando el río tiene el mayor nivel de agua las gamitanas realizan **la migración de dispersión**; p.e. nadan en contra de la corriente, usando las partes laterales del río. Esta migración puede ser de muy larga duración como ocurrió en el transcurso de este estudio en donde la migración duró de abril hasta comienzos de junio.

La migración desde aguas de bajjal se da cuando la calidad del agua es mala. Solo los peces jóvenes participan de esta migración y tiene lugar en agosto y septiembre. Esta migración se realiza luego de una lluvia fuerte, cuando el nivel del agua se incrementa varios centímetros en el lago y permite que los peces migren a las quebradas.

DISCUSIÓN

Si hacemos una relación entre los factores bióticos y abióticos, podemos encontrar algunos factores que causan la migración de la gamitana.

Desove

Dentro de los factores que llevan a la gamitana a realizar la migración de desove están:

- El periodo de desove de la gamitana que le permite utilizar una buena calidad de agua en las áreas de desove.
- La necesidad de los huevos de una buena concentración de oxígeno, pH neutral, baja concentración de CO₂, y poca velocidad de las corrientes (Alcántara, et al (1987 pp. 11-15), y Campos, L (1987 p.13)).
- La alta turbidez del agua que protege a los huevos de los depredadores y de la excesiva luz solar (Nikolsky (1963)).
- El estímulo del medio ambiente, el aumento de las precipitaciones y la elevación de la temperatura, los cuales actúan sobre las neuro - hormonas (Nikolsky (1963)).
- El aumento del nivel del agua, el cual es un factor importante en el desarrollo de las gónadas (Mora (1945), citado por Nikolsky).
- La gamitana madura en época de crecida debido a que los huevos necesitan estar en aguas con movimiento. En el laboratorio, si los huevos se encuentran en el fondo de la incubadora mueren (Alcántara, et al (1987)) y, aunque se les agite, los huevos deben depositarse en áreas donde la velocidad de la corriente no es tan alta debido a que son muy frágiles (Nikolsky (1963)).

Alimentación

La gamitana tiene una estrategia que le permite conservar energía a lo largo del año (Fig. 5); Esta consiste en migrar hacia áreas inundables para comer frutas y recuperar energía luego del desove. Tiene solo este periodo para mejorar su alimentación y acumular en su cuerpo una gran cantidad de grasa la cual se gastará a lo largo del invierno (Nikolsky (1963 p.215)) principalmente en el desarrollo de las gónadas.

Jones (1968) afirma que el desove puede darse a unos cientos o miles de metros del lago, por lo tanto el pez debe migrar para poder encontrar tres fuentes de energía: proteínas, grasas y carbohidratos (Ganthereux (1980)).

Marlier (1967), citado por Welcome (1979 pp. 119-123), afirma que los peces que comen algas, zooplankton, semillas y flores, como la gamitana, son predominantemente herbívoros. Esto genera que la gamitana, deba alimentarse cuando esos alimentos están disponibles y debido a que esta disponibilidad está ligada a la época de crecida del río (noviembre a mayo), el pez llega a acumular muchas reservas.

Dispersión

En abril y mayo, los peces comienzan su migración río arriba. Esta migración es diferente de las migraciones que mencionan otros autores como Nikolsky, el cual piensa que están migrando para desovar, porque en este caso los peces tienen las gónadas poco desarrolladas (estadios I-II). Esta es llamada migración de dispersión porque permite que los lagos río arriba estén colonizados por una gran cantidad de peces y es la razón por la cual casi todos los lagos del Río Ucayali tiene gamitanas (Montreuil (1988)).

Esta migración es difícil de explicar sin embargo, podría estar relacionada con una estrategia natural de supervivencia, mediante la cual, la gamitana utiliza mas tipos de hábitats. Por coincidencia también es una estrategia de la selva debido a que la gamitana dispersa las semillas de los arboles a través de la orilla del río y áreas inundables creando así un equilibrio el cual consiste en que la parte baja del río es repoblada por la corriente de agua cargando huevos y semillas y la parte alta es repoblada por los peces que migran. Sin la existencia de esta migración, la parte alta del río quedaría muy pobre de recursos.

Características del agua

La migración desde aguas de bajial es la que permite a las gamitanas jóvenes dejar los lagos con factores físicos, químicos y biológicos de baja calidad. Esta migración es hecha en septiembre y octubre cuando la temperatura y la concentración de CO₂ son altas y la productividad del agua y la concentración de oxígeno son bajas; adicionalmente, el agua es de carácter ácido.

Boyd (1990) afirma que debido a que los peces son poiquilotermicos, los cambios de temperatura los afectan. Un incremento de la temperatura produce un incremento de los factores biológicos y de la demanda de oxígeno. Swingle (1969), citado por Boyd (1990), considera que el oxígeno disuelto en el agua que se encuentra por debajo de las 5 ppm es poco deseable es las lagunas. Al momento de la investigación, la concentración de oxígeno en la cocha Supay fue de 4 ppm lo que generó que las

gamitanas se encontraran bajo mucha tensión, particularmente durante las primeras horas de la mañana cuando el nivel de oxígeno llega a sus niveles más bajos. Ellis (1937), citado por Boyd, dice que una concentración de oxígeno de 3 ppm o menor es peligrosa para los peces y que la concentración debe ser de 5 ppm o mayor.

En relación a la concentración de CO₂, Boyd (1990), dice que sus altos niveles producen efectos negativos en los peces y que podrían causarles la muerte. Ellis (1937), citado por Boyd, dice que el rango de buenos niveles de CO₂ se encuentra entre 0 y 10 ppm. Al momento de la investigación, la concentración de CO₂ fue de 20 ppm.

El pH del agua influencia también la vida de los peces. Leivestad (1982), citado por Boyd, indica que el agua con un pH ácido tiene un efecto negativo sobre las agallas del pez. Boyd (1990), afirma que la acidez del agua aumenta la producción de moco en la superficie de las agallas, limitando el intercambio de oxígeno y CO₂ entre el agua y la sangre. Ellis (1937), citado por Boyd, dice que el agua con un pH entre 6.5 y 9 es mucho mejor para los peces y Shange (1963), citado por Boyd, dice que los peces no se reproducen en aguas con un pH entre 4 y 5. Al momento de la investigación el pH del lago fue de 5.

Por lo tanto, estos factores químicos y físicos tienen una gran influencia no solamente en las migraciones desde aguas de bajal sino también en las migraciones de desove en las cuales los peces buscan mejores condiciones ambientales.

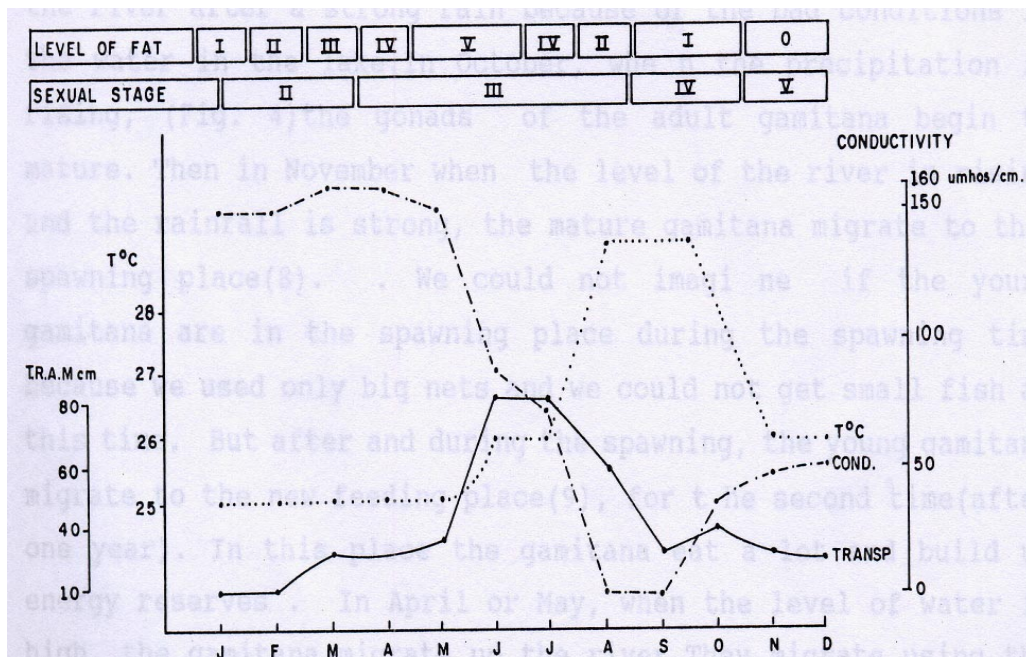


Figura N° 6. Rangos de Temperatura, Conductividad y Transparencia del Lago Supay que afectan los niveles de acumulación de grasa y el desarrollo sexual de la Gamitana

Organos sensoriales

Harden Jones (1968 p.3) se preguntó: *...como encuentra un pez migratorio sus rutas de distribución?* Los peces deben buscar la mejor y más rápida manera de hacerlo porque deben guardar energía hasta que lleguen a su objetivo final. Con respecto a este tema, McKeown (1984 p. 96) dice, *la gran parte de requerimientos energéticos de los peces resulta de una actividad incrementada relacionada a la adquisición de alimentos, a eludir depredadores, y a la migración*; Luego dice que la natación es la actividad que requiere mayor energía. Entonces, con respecto a la migración, la sincronización del tiempo debe ser la apropiada, los movimientos deben ser exactos y sostenidos durante un largo periodo y aun así deben terminarse en el momento y lugar apropiados (Smith (1985 p. 1)).

Schwartzkopff (1975 pp.8-9) dice que en la actualidad es aceptado que los peces pueden evaluar la información que reciben del agua y que el aparato macula saccula analiza los sonidos dentro de un espacio tridimensional.

En relación con el sentido del olfato, Kleerekoper (1969 p.118) dice que los peces tienen pilocidades externas las cuales son órganos para el gusto y el olfato. También dice que los peces utilizan estos órganos para detectar la presencia de alimentos, para el reconocimiento sexual, para el comportamiento paternal, la orientación y la detección de los olores de las diferentes corrientes (con diferentes bases geológicas de drenaje y diferentes factores orgánicos e inorgánicos). El piensa que los peces memorizan esta información.

Otros factores sensoriales son la recepción mecánica y química. Al respecto, Lowenstein (1957 pp.156-158) dice, *la línea lateral de los peces tiene esta función dual*. Nicol, J (1989 pp. 253-254) dice que los peces diferencian los colores, perciben la luz polarizada y hacen uso de estas características para la orientación espacial. Nikolsky (1963) reporta que el campo horizontal de la visión de los peces adultos es de 160 a 170 grados mayor que el del hombre (154 grados) y que el campo vertical es de 150 grados menor (134 grados), y dice que la luz es esencial para el metabolismo y para el desarrollo de las gónadas.

Con respecto a la orientación de los peces, Baker (1978 p.855) la definió como *... el mecanismo implicado en el reconocimiento y mantenimiento de la dirección* y dijo que los peces seleccionan los lugares basados en los impulsos auditivos, visuales, olfatorios y térmicos. Desde el momento en que se encuentran en su riachuelo natal, comienzan a aumentar la información en su memoria dice Baker. También dice que luego otras características que pueden ser medidas por los peces, como las corrientes y los cambios en la profundidad, son incluidas en sus memorias. Concluye diciendo que los peces son capaces de aprender las rutas que son menos problemáticas al momento de migrar. Este autor propone el modelo de la navegación de animales acuáticos utilizando mapas gustatorios y olfatorios. Considera un ejemplo de mapa olfatorio las características del agua y una locación importante las zonas de desove.

Smith (1985) analiza los mecanismos de control en la migración de los peces. El divide los estímulos en causas estructurales y coyunturales de la migración. Las causas estructurales son el movimiento hacia las zonas de reproducción y hacia las zonas de alimentación y las causas coyunturales son la longitud del foto-periodo y la posición del sol. El piensa que los ojos de los peces están especializados para cada hábitat y que la luz polarizada puede ser usada para la migración de los peces. En relación a los factores químicos, el piensa que el agua es un buen medio de transporte de la información química porque permite a los peces recibir esta información, y dice que los peces producen unas feromonas que juegan un rol importante en el aspecto social de la migración. *...Las*

corrientes de agua, sonidos, presión, gravedad, tacto, y la percepción de los movimientos del cuerpo y la postura son accesibles a los mecanorreceptores del pez y todas sus capacidades están asociadas con sus órganos de los sentidos (pequeños receptores de su cuerpo, línea lateral, orejas, y ojos) (p.150).

McKeown (1984 p.64) concuerda con Baker al decir que los peces podrían tener mapas guardados en circuitos neuronales en su sistema nervioso central. Él piensa que la fuente de esos mapas puede ser instintiva (determinada genéticamente) o aprendida durante la ontogenia y estadios adultos. Scholz et al. (1976), Hasler et al. (1978), Johnssen y Hasler (1980); citados por McKeown (1984 p.65), piensan que los peces pueden reconocer los olores de su riachuelo natal como también las características químicas que primaron en los primeros estadios de sus vidas.

McKeown piensa que los peces utilizan los estímulos celestiales (orientación lunar y campos magnéticos), las corrientes, el sentido del olfato, la vista, la salinidad y la temperatura como los estímulos para su migración. Un punto importante está en relación con los campos magnéticos que utilizan los peces. Él dice que los peces pueden producir y recibir señales eléctricas y da un ejemplo importante el cual es la presencia de material magnético en el hueso etmoides del atún de aleta amarilla.

CONCLUSION

Podemos concluir que la migración de la gamitana está relacionada a muchos factores tanto bióticos como abióticos de la cocha Supay y del Río Ucayali. Los factores biológicos más importantes son la reproducción, la alimentación y la dispersión de los peces. Por otro lado, el cambio en el nivel de aguas del río tiene una gran influencia en la migración.

Considerando que hay una sola clase de esta especie por año (desde el momento del nacimiento a la reproducción), se construyó un modelo de mapa mediante el cual se puede explicar el ciclo de la gamitana en el área estudiada.

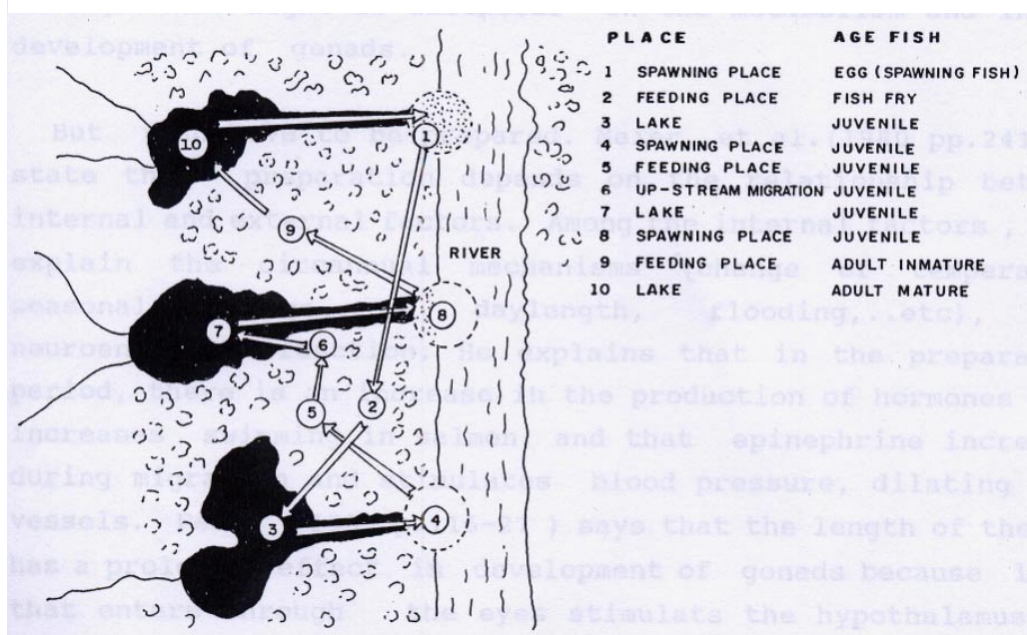


Figura N° 7. Hipótesis del circuito de migración de la Gamitana en el Río Ucayali a lo largo de sus primeros tres años de vida.

Primero, los huevos de la gamitana que son depositados y fertilizados en la zona de desove (1), son llevados por las corrientes lentas del Río Ucayali a áreas laterales inundables (2). Luego, los huevos se incuban por 18-20 horas en lugares localizados lejos de su origen. Estas larvas nacen en un lugar nuevo (2) y pueden vivir hasta 5 días de las reservas de su placenta. Desde este momento los peces quedan marcados con los factores químicos de su nuevo hábitat. Como fue explicado en el punto 3.1.3., esta agua tiene condiciones biológicas, físicas y químicas buenas, y los alevinos de la gamitana pueden vivir aquí hasta por cinco meses (de noviembre a mayo) y pueden alimentarse en las áreas inundables. En junio y julio, la gamitana, la cual tiene acumulada muy poca grasa, se va a la cocha (3) porque el nivel de agua del río empieza a disminuir y la cocha se separa del río.

En la cocha, la gamitana empieza a quedar marcada con toda la información importante como el cambio en las características del agua y los momentos difíciles cuando el agua tiene una baja concentración de oxígeno y alta acidez (agosto y setiembre). Algunas gamitanas migran hasta el río luego de una fuerte lluvia debido a las malas condiciones del agua. En octubre, cuando aumentan las precipitaciones Fig.4, las gónadas de la gamitana adulta comienzan a madurar. Luego, en noviembre cuando el nivel del agua esta aumentando y las lluvias están cada vez más fuertes, la gamitana madura migra a las áreas de desove. Durante y luego del desove, las gamitanas jóvenes migran hasta la nueva zona de alimentación (9) por segunda vez (luego de un año). En este lugar las gamitanas se alimentan mucho y así acumulan muchas reservas. En abril o mayo, cuando el nivel del agua es alto, la gamitana migra río arriba. Estas migran utilizando los bordes del río, p.e. desde los puntos 5 al 6 (Fig.7). Estos peces pueden utilizar el borde del río como un hito que orienta su ruta y paran en algunas zonas para alimentarse. Cuando el nivel de agua disminuye, los nuevos adultos todavía no totalmente maduros, se van a los lagos (9 y 10 del mapa) y comienzan su maduración (octubre). Cuando las condiciones son buenas migran a las áreas de desove en el cual las condiciones del ambiente son buenas para su reproducción.

Este es el modelo de mapa que proponemos, el cual esta basado en los datos obtenidos en el estudio de la cocha Supay y el Río Ucayali y en la interpretación de la información bibliográfica.

Este modelo permitirá a otros investigadores continuar buscando respuestas a los diferentes problemas encontrados a lo largo de esta investigación.

BIBLIOGRAFIA

1. Alcantara, F; Guerra, H; Campos, L.; and Padilla, P. Reproducción artificial de gamitana (*Colossoma macropomum*), 1987.
2. Arnold, H. "Movements of fish in relation to water currents" *Animal Migration*, 1981: 139-165.
3. Baker, R.R. "Migration: Paths through time and space". *Migration*, 1982.
4. Boyd, C. E. *Water Quality in Ponds for Aquaculture*, 1990.
5. Campos, L.E. *Manual de Piscicultura para la Amazonía Peruana*, 1987.
6. Dirección Regional de Pesquería de la Amazonía Peruana. Informe sobre desembarque de pescado en la región Amazonas 1983-1984, 1987.
7. Goulding, Peter "The nature of fish migration in the Rio Madeira basin." *The Fishes and the Forest*. University of California, 1980:40-41.
8. Harden Jones. *Fish Migration*. New York: Fisheries Laboratory, 1968.
9. Kleerekoper, Hernan. *Olfation in Fishes*. 1969.
10. Lowenstein, O. "The Sense Organs: The Acoustico Lateralis System" *The Physiology of Fishes* Vol.II, 1957.
11. Lowe, R. H; McConnell. *Fish Communities in Tropical Fresh Water*, 1975.
12. Mc Dowell, R. "Terminology and some definitions". *Diadromy Fishes*, 1988:11.
13. Meier, A; and Fivizzani, A. "Physiology of Migration: Fish Migration" *Physiological Ecology*, 1980: 241-58.
14. Mc Keowin, Briana. *Fish Migration*. Canada: Dep. of Biological sciences. 1984.
15. Montreuil, V. Evaluación de recursos pesqueros en la Amazonía Peruana. IIAP 1988.
16. Nicol, J.A.. *The Eyes of the Fish*, 1989.
17. Nikolsky, G. V. *The Ecology of Fishes*. 1963:231-55.
18. Ortega, R. *Taxonomía de peces de consumo en el Rio Ucayali*. Iquitos Peru, 1986.
19. Peter, R.E. "The brain and neurohormones in Teleosts. Reproduction" *Fish Physiology*, 1985:16-127.

20. Schwartzkopff, Johann. "Comparative-Physiological Problems of hearing fish" Sound Reception in Fish. *Developments In Aquaculture and Fisheries Science*, Vol.5, 1975.
21. Smith, R.J. (1985) The Control of Fish Migration. *Zoophysiology*, 1985:1-241.
22. Schwerdtfeger, W. "Climates of Central and South America" *World Survey of Climatology*. Vol.12. New York, 1976:210-11.
23. Welcomme, R. L. (1979) *Fisheries Ecology of floodplain River*, 1979:106-19.
24. Welch, R. *Limnological Methods*, 1968.